TRẦN CÔNG PHONG (Chủ biên)
NGUYỄN TIẾN DŨNG – TRẦN HUY HOÀNG – LÊ PHƯƠNG SƠN

TRỌNG TÂM KIẾN THỨC VÀ BÀI TẬP
VẬT LÍ 12

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Công ti Cổ phần Đầu tư và Phát triển Giáo dục Đà Nẵng - Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam giữ quyền công bố tác phẩm.

657-2009/CXB/41-1183/GĐ **Mã số : TZL01D9-ĐTĐ**

Lời nói đầu

Nhằm giúp các em học sinh có điều kiện tổng hợp kiến thức trọng tâm, rèn luyện kĩ năng giải các dạng bài tập tự luận và kĩ năng làm bài tập trắc nghiệm khách quan, các tác giả đã biên soạn và giới thiệu đến các em học sinh bộ sách ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí***. Bộ sách gồm các tập sách sau :

- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 6***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 7***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 8***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 9***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 10***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 11***
- ***Trọng tâm kiến thức và bài tập Vật lí 12.***

Nội dung mỗi tập sách được viết dựa theo chương trình và sách giáo khoa hiện hành (chuẩn và nâng cao đối với sách giáo khoa Trung học phổ thông), gồm nhiều chủ đề. Mỗi chủ đề được trình bày theo hai mục chính như sau :

A. Trọng tâm kiến thức

Tóm tắt lí thuyết cơ bản, cần thiết cho việc giải các dạng bài tập tự luận và bài tập trắc nghiệm.

B. Bài tập

I. Bài tập tự luận. Phân loại và hệ thống đầy đủ các dạng bài tập tự luận, trong đó nêu ra phương pháp ngắn gọn để giải và được minh hoạ bằng các câu hỏi thường gặp trong các kì thi. Sau các dạng bài tập có nêu một số bài tập tự luận để học sinh tự rèn luyện.

II. Bài tập trắc nghiệm. Giới thiệu những câu hỏi trắc nghiệm khách quan bao quát nội dung các kiến thức trong từng chủ đề. Cuối cùng là phần ***Hướng dẫn chọn đáp án*** bao gồm lời giải chi tiết hoặc hướng dẫn ngắn gọn, đầy đủ, phân tích các câu nhiễu, giúp các em học sinh chọn ra được đáp án nhanh chóng và chính xác.

Khi biên soạn bộ sách này, các tác giả thực hiện theo ba mục tiêu :

Một là, bộ sách phải đáp ứng được yêu cầu của chương trình và sách giáo khoa môn Vật lí trong nhà trường ở cấp Trung học cơ sở và Trung học phổ thông hiện nay, cũng như giúp các em học sinh hoàn thành tốt các bài kiểm tra tự luận và trắc nghiệm môn Vật lí.

Hai là, bộ sách còn có nhiệm vụ truyền tải kiến thức trọng tâm về môn Vật lí trong nhà trường ở cấp Trung học cơ sở và Trung học phổ thông một cách đầy đủ nhất. Thông qua cuốn sách, các em học sinh học được cách tư duy sáng tạo, chặt chẽ trong lập luận để có thể rèn luyện cho mình tính năng động và độc lập trong quá trình giải bài tập Vật lí.

Ba là, bộ sách phải được xem là người thầy trong nhà của các em học sinh, giúp các em không đi học thêm mà vẫn có thể lĩnh hội được đầy đủ kiến thức và kĩ năng để tự giải được các bài tập thường gặp.

Chính vì vậy, chúng tôi cho rằng bộ sách sẽ đáp ứng được nhu cầu một lượng đông đảo bạn đọc là các em học sinh ; các thầy, cô giáo dạy môn Vật lí cũng có thể tham khảo trong quá trình chuẩn bị bài giảng.

Mặc dù các tác giả đã cố gắng đầu tư công sức để biên soạn, song cũng khó tránh khỏi những sai sót. Các tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của quý thầy, cô giáo và các em học sinh để lần tái bản sau bộ sách được hoàn thiện hơn.

Mọi thư từ, liên lạc xin gửi về địa chỉ : Phòng Khai thác bản thảo, Công ti Cổ phần Đầu tư và Phát triển Giáo dục Đà Nẵng. Điện thoại : 0511.3889951.

Chúc các em học sinh đạt nhiều thành quả tốt đẹp trong học tập và thi cử !

CÁC TÁC GIẢ

Chương 1.

ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Khi vật rắn chuyển động quay xung quanh một trục, thì mọi điểm thuộc vật rắn quay được cùng một góc như nhau : $\varphi = \varphi(t)$ (rad).

   φ là *tọa độ góc* của một điểm M thuộc vật rắn, cũng là *tọa độ góc của vật rắn.*

   - Tốc độ góc : $\omega = \varphi'(t)$ (rad/s).
   - Tốc độ góc của vật rắn quay đều : $\omega = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t} = \dfrac{\varphi_2 - \varphi_1}{t_2 - t_1}$ (rad/s).
   - Gia tốc góc : $\gamma = \omega'(t) = \varphi''(t)$ (rad/s^2).
   - Gia tốc góc của vật rắn quay biến đổi đều : $\gamma = \dfrac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1}$ (rad/s^2).
   - Phương trình chuyển động quay đều : $\varphi = \varphi_0 + \omega t$ (rad).
   - Phương trình chuyển động quay biến đổi đều :

   $$\omega = \omega_0 + \gamma.t \text{ (rad/s)} ; \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 \text{ (rad)} ; \omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma.\Delta\varphi$$

   trong đó, $\Delta\varphi$ là góc vật rắn quay được trong thời gian t.

   - ***Lưu ý.*** Để đơn giản, ta chỉ xét vật rắn quay theo một chiều nhất định và chọn chiều quay của vật là *chiều quay dương*. Khi đó :

   - Toạ độ góc φ và tốc độ góc ω luôn dương.

   - Tốc độ góc ω tăng theo thời gian thì chuyển động quay là *nhanh dần* $(\gamma > 0)$; tốc độ góc ω giảm theo thời gian thì chuyển động quay là *chậm dần* $(\gamma < 0)$.

   - Một điểm M thuộc vật rắn, cách trục quay khoảng r có :

   - Vận tốc dài : $v = \omega.r$ (m/s).
   - Gia tốc hướng tâm : $a_{ht} = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r$ (m/s^2).
   - Gia tốc tiếp tuyến : $a_t = \gamma r$ (m/s^2).
   - Gia tốc toàn phần : $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$ (m/s^2).

Khi vật rắn quay đều thì gia tốc tiếp tuyến bằng 0, gia tốc toàn phần bằng gia tốc hướng tâm.

2. • Momen lực có tác dụng gây ra gia tốc góc, làm biến đổi tốc độ góc của vật :

$$M = Fd$$

trong đó, d là cánh tay đòn của lực (khoảng cách từ trục quay đến giá của lực).

• Momen quán tính I đặc trưng cho mức quán tính của chuyển động quay của vật rắn, phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng của vật rắn so với trục quay.

$$I = \sum_i m_i r_i^2 \ \ (kg.m^2/s).$$

• Phương trình động lực học (phương trình cơ bản của chuyển động quay) :

$$M = I\gamma .$$

• Momen quán tính của một số vật rắn đồng chất, có trục quay là trục đối xứng đi qua trọng tâm :

- Chất điểm khối lượng m (cách trục quay khoảng r) : $I = m.r^2$
- Thanh dài l, khối lượng m : $I = \frac{1}{12}m.l^2$.
- Vành tròn, trụ rỗng khối lượng m, bán kính R : $I = \frac{1}{2}m.R^2$
- Đĩa tròn, hình trụ đặc khối lượng m, bán kính R : $I = m.R^2$
- Hình cầu đặc khối lượng m, bán kính R : $I = \frac{2}{5}m.R^2$

• Định lí về trục song song : $I_O = I_G + md^2$,

trong đó d là khoảng cách vuông góc giữa trục qua O và trục song song qua trọng tâm G của vật ; I_O, I_G tương ứng là momen quán tính của vật đối với trục qua O và trục qua G.

3. • Momen động lượng : $L = I\omega \ \ (kgm^2.s^{-1})$.

• Phương trình biến thiên momen động lượng : $M = \frac{dL}{dt}$.

Khi tổng momen lực $M = 0$ thì L = hằng số : momen động lượng bảo toàn.

Viết cho hai trạng thái : $L_1 = L_2$ hay $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

trong đó, $I_1\omega_1$ là momen động lượng của vật (hay hệ vật) lúc trước và $I_2\omega_2$ là momen động lượng của vật (hay hệ vật) lúc sau.

4. • Động năng quay quanh trục của vật rắn : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2$.

• Độ biến thiên động năng của vật rắn chuyển động quay xung quanh một trục cố định bằng công thực hiện bởi momen ngoại lực tác dụng lên vật rắn trong chuyển động quay đó : $\Delta W = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2 = A$.

• Công của momen làm vật quay góc φ : $A = M.\varphi$.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CHO CHUYỂN ĐỘNG QUAY CỦA VẬT RẮN XUNG QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Phương pháp giải

1. *Sử dụng định nghĩa để tính tốc độ góc và gia tốc góc từ dữ kiện của đề bài. Lưu ý rằng dấu của* ω *và* γ *chỉ phụ thuộc vào chiều của chúng so với chiều dương, không phụ thuộc tính nhanh chậm của chuyển động. Chuyển động là nhanh dần khi tích* $\omega.\gamma > 0$, *hay khi tốc độ góc và gia tốc góc cùng dấu. Chuyển động là chậm dần đều khi tích* $\omega.\gamma < 0$, *hay khi tốc độ góc và gia tốc góc khác dấu.*
2. *Từ giá trị thu được của* ω *và* γ, *ta xác định phương trình của chuyển động quay của vật từ phương trình tổng quát :* $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

   Hoặc có thể từ phương trình chuyển động, ta suy ra tốc độ góc và gia tốc góc của vật.
3. *Góc vật rắn quay được trong thời gian t là* $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$, *suy ra số vòng vật rắn quay được trong thời gian đó là* $n = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$ *(vì mỗi vòng quay ứng với một góc* 2π rad).
   - ***Lưu ý.*** *Đôi lúc ta thường ngầm chọn* $\varphi_0 = 0$, *khi đó* $\Delta\varphi = \varphi$.

Ví dụ 1. Một bánh đà bắt đầu quay từ trạng thái nghỉ xung quanh một trục cố định có phương trình chuyển động là $\varphi = 3 + 2t + t^2$ (rad). Xác định tốc độ góc, gia tốc góc và số vòng bánh đà quay được kể từ lúc bắt đầu quay đến thời điểm $t = 5$ s.

Giải

Tốc độ góc của bánh đà tại thời điểm t = 5 s là :

$$\omega = \varphi'(t) = 2 + 2t = 2 + 2.5 = 12\ (\text{rad/s}).$$

Gia tốc góc của bánh đà là : $\gamma = \omega'(t) = \varphi''(t) = 2\ (\text{rad/s}^2)$.

Góc bánh đà quay được trong thời gian t = 5 s là :

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0 = 2t + t^2 = 2.5 + 5^2 = 35\ (\text{rad}).$$

Vậy số vòng bánh đà quay được trong thời gian 5 s là :

$$n = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{35}{2.3,14} = 5,57 \text{ vòng}.$$

Ví dụ 2. Vòng đu quay trong công viên Thủ Lệ chuyển động quay đều được 4 vòng trong 1 phút.

a) Xác định tốc độ góc của đu quay.

b) Khoảng cách từ trục quay đến ghế ngồi là 10m. Xác định vận tốc của một người ngồi trên ghế. Người đó quay được bao nhiêu vòng sau thời gian 5 phút ?

c) Để dừng lại, người ta tác dụng lên bánh xe một lực hãm tạo ra gia tốc $\frac{\pi}{30}$ (rad/s^2). Sau bao lâu thì đu quay dừng lại ?

Giải

a) Góc quay trong 1 phút : $\varphi = 2\pi$ (rad/vòng) $\times$ 4 (vòng) $= 8\pi$ (rad).

Chuyển động là quay đều, tốc độ góc : $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{8\pi}{60} = \frac{2\pi}{15}$ (rad / s).

b) Vận tốc dài của ghế ngồi : $v = \omega.r = \frac{2\pi}{15}.10 = \frac{4\pi}{3}$(m / s) $\approx 4,2$ (m / s).

Góc quay được : $\varphi = \omega.t = \frac{2\pi}{15}.(5.60) = 40\pi$ (rad),

tương ứng với 20 vòng quay.

c) Đu quay dừng lại, tốc độ góc $\omega = 0$. Ta có :

$$\omega_1 = \omega_0 + \gamma.t \text{, suy ra : } t = \frac{\omega_1 - \omega_0}{\gamma} = \frac{-2\pi/15}{-\pi/30} = 4 \text{ (s)}.$$

Ví dụ 3. Một bánh đà bắt đầu quay nhanh dần đều. Trong khoảng thời gian 5 s sau khi bắt đầu quay được 1 phút, bánh xe quay thêm được 50 vòng.

a) Xác định vận tốc quay của nó sau khi quay được 1 phút.

b) Tìm góc quay bánh xe đạt được sau 30s đầu tiên.

c) Xác định thời điểm mà gia tốc tiếp tuyến bằng gia tốc pháp tuyến.

Giải

a) Chọn gốc thời gian lúc vật bắt đầu quay, khi đó : $t = 0$, $\varphi_0 = 0$, $\omega_0 = 0$.

Góc quay của vật đạt được sau thời gian $t_1 = 60$ s là : $\varphi_1 = \frac{1}{2}\gamma t_1^2$.

Góc quay vật đạt được sau thời gian $t_2 = 60\text{ s} + 5\text{ s}$ là : $\varphi_2 = \frac{1}{2}\gamma t_2^2$.

Theo đề bài, ta có : $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{1}{2}\gamma(t_2^2 - t_1^2) = 50.2\pi$. Suy ra :

$$\gamma = \frac{200\pi}{t_2^2 - t_1^2} = \frac{8\pi}{25} \text{ (rad/s}^2\text{)}.$$

Tốc độ góc sau khi quay được trong 1 phút là :

$$\omega = \omega_0 + \gamma.t = 0 + \frac{8\pi}{25}.60 = 19,2\pi\ (\text{rad/s}).$$

b) Góc quay đạt được : $\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2 = \frac{1}{2}.\frac{8\pi}{25}.30^2 = 144\pi\ (\text{rad}).$

c) Gia tốc tuyếp tuyến bằng gia tốc pháp tuyến :

$$a_t = a_n \Rightarrow \gamma.r = \omega^2.r \Rightarrow \omega^2 = \gamma. \quad (1)$$

Tốc độ góc của bánh xe : $\omega = \gamma t$ (vì ban đầu đứng yên).

Kết hợp với (1), suy ra : $\gamma = \gamma^2 t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{1}{\gamma}} = \sqrt{\frac{25}{8\pi}} = \frac{5\sqrt{2\pi}}{4\pi} \approx 1\ (\text{s}).$

Dạng 2. BÀI TOÁN PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

Phương pháp giải

1. *Từ dữ kiện đề bài, ta tính momen quán tính và xác định xem có những lực nào tác dụng làm quay vật rắn.*
2. *Biểu diễn các vectơ lực và cánh tay đòn tương ứng, viết biểu thức của momen lực và phương trình động lực học tổng quát của chuyển động quay.*
3. *Đối với bài toán vật rắn treo vào ròng rọc thì sử dụng định luật II Niu-tơn cho chất điểm chuyển động tịnh tiến (đã học ở lớp 10) để viết phương trình động lực học cho chất điểm chuyển động tịnh tiến. Kết hợp với phương trình động lực học của ròng rọc chuyển động quay để xác định các đại lượng cần tìm.*

Ví dụ 1. Một vô lăng có dạng vành tròn bán kính 50 cm, khối lượng 2 kg đang quay với vận tốc 480 vòng/1phút. Người ta tác dụng vào vô lăng một lực cản 25 N có phương tiếp tuyến với vô lăng.

a) Sau bao lâu thì vô lăng dừng lại ?

b) Vô lăng dừng lại sau khi quay được bao nhiêu vòng ?

Giải

a) Momen quán tính của vô lăng : $I = mR^2 = 0,5\ (\text{kg.m}^2).$

Momen lực cản tác dụng : $M = F.R = 25.0,5 = 12,5\ (\text{N.m}).$

Gia tốc góc của vô lăng thu được : $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{-12,5}{0,5} = -25\ (\text{rad/s}^2).$

Tốc độ góc ban đầu : $\omega_0 = \frac{480.2\pi}{60} = 16\pi\ (\text{rad/s}).$

Áp dụng công thức : $\omega_t = \omega_0 + \gamma.t$, suy ra thời gian kể từ lúc hãm đến lúc vô lăng dừng lại là :

$$t = \frac{\omega_t - \omega_0}{\gamma} = -\frac{\omega_0}{\gamma} = -\frac{16\pi}{-25} = 0,64\pi \approx 2\ (\text{s}).$$

b) Ta có : $\omega_1^2 - \omega_0^2 = 2\gamma.\Delta\varphi \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{-\omega_0^2}{2\gamma} = -\frac{(16\pi)^2}{2.(-25)} = 51,2$ (rad).

Vậy, vô lăng dừng lại sau khi quay được số vòng là :

$$n = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{51,2}{2.3,14} = 8,15 \text{ vòng.}$$

Ví dụ 2. Một đĩa mài có dạng đĩa mỏng bán kính 40 cm, khối lượng 5 kg được gia tốc từ trạng thái nghỉ với gia tốc góc 5 rad/s^2.

a) Sau bao lâu thì đĩa quay được góc 90 rad ?

b) Người ta đặt một phiến đá vào mài, phiến đá gây nên một lực tiếp tuyến với vành ngoài của đĩa và có độ lớn 5 N. Xác định gia tốc của đĩa khi mài.

c) Sau khi mài xong, người ta ngắt công tắc điện, đĩa quay chậm dần dưới tác dụng của momen lực ma sát có độ lớn bằng 1 N.m. Sau bao lâu thì đĩa quay dừng lại ? Biết khi ngắt điện, đĩa có tốc độ góc là 100 rad/s.

Giải

a) Momen quán tính của đĩa : $I = \frac{1}{2}mR^2 = 0,4$ (kgm^2).

Góc quay của đĩa : $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Thời gian cần thiết để đạt được góc quay φ là : $t = \sqrt{\frac{2\varphi}{\gamma}} = \sqrt{\frac{2.90}{5}} = 6$ (s).

b) Momen cản do đá mài tạo ra : $M = -F.R = -5.0,4 = -2$ (N.m).

Momen cản này tạo ra một gia tốc quay cản (ngược dấu) lại gia tốc góc ban đầu và có giá trị : $\gamma' = \frac{M}{I} = \frac{-2}{0,4} = -5$ (rad/s^2).

Gia tốc góc tổng hợp của đĩa khi mài đá mài là : $\gamma = \gamma_0 + \gamma' = 5 + (-5) = 0$.

Vậy, khi mài đĩa quay đều.

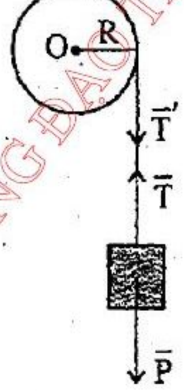
c) Sau khi mài mà ngắt công tắc điện thì chỉ còn tác dụng của momen cản do ma sát, momen này tạo ra một gia tốc cản : $\gamma_c = \frac{M_{ms}}{I} = \frac{-1}{0,4} = -2,5$ (rad/s^2).

Thời gian cần thiết để đĩa dừng lại là : $t = -\frac{\omega_0}{\gamma_c} = -\frac{100}{-2,5} = 40$ (s).

• ***Lưu ý.*** Trong câu a, momen cản do ma sát vẫn có tác dụng nhưng không xét vào gia tốc toàn phần, vì lúc này momen lực tác dụng đã thắng lực ma sát và tạo ra một gia tốc nhanh dần đều.

Ví dụ 3. Người ta dùng một ròng rọc có dạng đĩa tròn đặc để kéo nước lên từ giếng. Khi người ta thả gầu thì ròng rọc quay quanh trục của nó. Hỏi sau bao lâu thì gầu chạm mặt nước ? Biết giếng sâu 10 m, khối lượng của gầu và ròng rọc lần lượt bằng 1 kg và 2 kg, lấy $g = 10\ m/s^2$.

Giải



Phương trình định luật II Niu-tơn cho gầu :

$$\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$$

Phương trình chuyển động quay cho cuộn tời :

$$M = I.\gamma$$

Chiếu lên phương chuyển động, để ý rằng $I = \frac{1}{2}MR^2$ và dây không trượt trên cuộn tời, nên $T' = T$, $a = \gamma.R$, suy ra :

$$mg - T = ma \text{ và } T.R = I.\gamma \text{ hay } T = \frac{I\gamma}{R} = \frac{M}{2}a.$$

Từ đó, suy ra : $a = \dfrac{mg}{m + \frac{M}{2}} = \dfrac{1.10}{1+1} = 5\ (m/s^2)$.

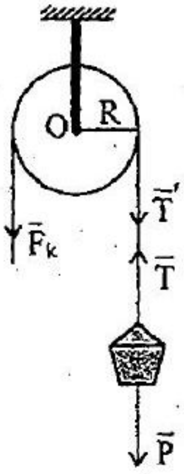
Thời gian cần thiết là : $t = \sqrt{\dfrac{2s}{a}} = \sqrt{\dfrac{2.10}{5}} = 2$ (s).

Ví dụ 4. Một người thợ kéo một xô vữa nặng 30 kg lên cao bằng một lực kéo theo phương thẳng đứng có độ lớn 350 N bằng một sợi dây vắt qua một ròng rọc có bán kính 15 cm và momen quán tính $0,05\ kgm^2$.

a) Xô vữa chuyển động với gia tốc như thế nào ?

b) Lực căng của dây bằng bao nhiêu ?

Giải



a) Phương trình định luật II Niu-tơn cho xô :

$$\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$$

Phương trình chuyển động quay cho ròng rọc :

$$M = I.\gamma$$

Chiếu lên phương chuyển động và để ý rằng dây không trượt trên ròng rọc nên $T' = T$, $a = \gamma.R$, suy ra :

$$T - mg = ma \text{ và } F_k.R - T.R = I.\gamma$$

hay $$F_k - T = I.\frac{a}{R^2}.$$

Từ đó, suy ra : $F_k - mg = (m + \dfrac{I}{R^2})a$

hay $$a = \frac{F_k - mg}{m + \frac{I}{R^2}} = \frac{350 - 30.10}{30 + \frac{0,05}{(0,15)^2}} = 1,55\,(\text{m/s}^2).$$

Xô vữa chuyển động nhanh dần lên trên với gia tốc 1,55 m/s^2.

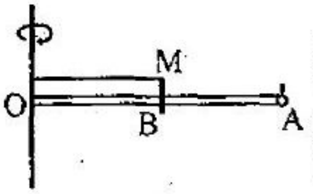
b) Từ phương trình định luật II, ta suy ra : $T = m(g + a) = 346,5$ (N).

Dạng 3. MOMEN ĐỘNG LƯỢNG. ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN MOMEN ĐỘNG LƯỢNG ĐỂ TÌM TỐC ĐỘ GÓC

Phương pháp giải

1. *Xác định tính chất chuyển động của vật rắn, từ đó viết biểu thức momen động lượng cho từng vật.*
2. *Xác định điều kiện để momen động lượng được bảo toàn : momen ngoại lực tác dụng lên vật rắn có bằng 0 hay không ? (giá của ngoại lực có song song hay cắt trục quay hay không ?), các vật va chạm với nhau chẳng hạn và các thành phần chuyển động của các vật sau đó.*
3. *Kết hợp phương trình thu được từ định luật bảo toàn momen động lượng và điều kiện của đề bài để xác định các đại lượng cần tìm.*
4. *Nếu bài toán đề cập đến momen động lượng thì thay phương trình động lực học bởi phương trình của momen động lượng và giải.*
5. *Lưu ý rằng trong trường hợp vật rắn quay đều, momen động lượng được bảo toàn và momen lực bằng không. Tuy nhiên, trong một số trường hợp như va chạm của một vật vào một thanh rắn và làm quay thanh, ta có thể áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng tại thời điểm va chạm.*

Ví dụ 1. Cho cơ hệ như hình vẽ gồm một thanh cứng OA đồng chất, tiết diện đều, chiều dài l có thể quay quanh một trục cố định, thẳng đứng, vuông góc với thanh ở đầu O. Một vật nhỏ khối lượng M lồng ra ngoài thanh, có thể trượt trên thanh và được giữ ở trung điểm B của thanh nhờ sợi dây mảnh, không dãn. Bỏ qua mọi lực cản, khối lượng của dây và chốt chặn A. Hệ đang quay đều với tốc độ góc $\omega_0 = 8$ rad/s thì vật tuột khỏi dây và trượt tới chốt A. Xem vật như một chất điểm. Xác định tốc độ góc ω của hệ khi vật ở A trong hai trường hợp :



a) Thanh có momen quán tính không đáng kể.

b) Thanh có cùng khối lượng như vật và momen quán tính đối với trục quay bằng $\frac{1}{3}Ml^2$.

(Trích đề thi tuyển sinh Đại học, Cao đẳng năm 2006

Giải

a) Vì trọng lực (ngoại lực) song song với trục quay, nên momen của nó đối với trục quay bằng 0, suy ra momen động lượng được bảo toàn.

Khi vật ở điểm B, ta có : $L_0 = \omega_0 I_0 = \omega_0 M r^2 = \omega_0 M\frac{l^2}{4}$.

Khi dây đứt, vật ở A, ta có : $L = \omega I = \omega M l^2$.

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng, ta có :

$$L = L_0 \Rightarrow \omega M l^2 = \omega_0 M\frac{l^2}{4} \Rightarrow \omega = \frac{\omega_0}{4} = 2 \text{ (rad/s)}.$$

b) Khi M còn ở trung điểm B thì momen động lượng của hệ là :

$$L_1 = \omega_0 I_1 = \omega_0\left(\frac{1}{3}Ml^2 + \frac{1}{4}Ml^2\right) = \omega_0\frac{7}{12}Ml^2.$$

Khi dây đứt, vật ở A thì momen động lượng của hệ là :

$$L_2 = \omega I_2 = \omega\left(\frac{1}{3}Ml^2 + Ml^2\right) = \omega\frac{4}{3}Ml^2.$$

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng, ta có :

$$L_2 = L_1 \Rightarrow \omega\frac{4}{3}Ml^2 = \omega_0\frac{7}{12}Ml^2 \Rightarrow \omega = \frac{7}{16}\omega_0 = 3{,}5 \text{ (rad/s)}.$$

Ví dụ 2. Một cây gậy dạng thanh dài, đồng chất, nặng 3 kg, dài 2 m có thể quay quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu thanh. Ban đầu thanh được giữ nằm ngang, sau đó được thả ra.

a) Tìm momen động lượng của thanh ở vị trí thẳng đứng.

b) Khi quay đến vị trí thẳng đứng thì thanh dính vào một viên bi có khối lượng 100 g đang đứng yên. Tìm tốc độ góc của thanh sau va chạm.

Giải

a) Ban đầu, thanh nằm ngang, có thế năng : $W_t = mgh$. Khi thả rơi, thế năng chuyển thành động năng quay của thanh : $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2$. Chọn gốc thế năng ở vị trí trọng tâm G khi thanh cân bằng thẳng đứng, suy ra : $h = \frac{1}{2}l$.

Bỏ qua ma sát của trục quay, ta có : $W_đ = W_t \Rightarrow \frac{1}{2}I\omega^2 = mg\frac{l}{2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mgl}{I}}$.

Thanh quay tại đầu O với momen quán tính : $I = \frac{1}{12}ml^2 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{3}ml^2$.

Từ đó, suy ra : $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} = \sqrt{15} \approx 3{,}87 \text{ (rad / s)}.$

b) Quá trình va chạm, momen động lượng của hệ được bảo toàn, ta có :

$$L_{trước} = L_{sau(hệ)} \Rightarrow I_{trước}.\omega = I_{sau(hệ)}.\omega_{sau(hệ)}$$

với $I_{sau(hệ)} = I_{trước} + I_{bi} = \frac{1}{3}ml^2 + m_{bi}l^2$. Từ đó, suy ra :

$$\omega_{sau(hệ)} = \frac{I_{trước}}{I_{sau(hệ)}}\omega = \frac{\frac{1}{3}ml^2}{\frac{1}{3}ml^2 + m_{bi}l^2}\omega = \frac{4}{4+0,4}.3,87 = 3,52\ (rad/s).$$

Ví dụ 3. Một thanh ngang dài 2 m, nặng 300 g có thể quay quanh một treo trục thẳng đứng đi qua tâm của thanh. Thanh quay nhanh dần với gia tốc 5 rad/s^2, sau 4 s thì quay đều.

a) Tìm momen động lượng của thanh sau 6 s.

b) Một con ve nặng 100 g đậu nhẹ nhàng vào tâm của thanh. Tìm tốc độ góc của thanh lúc này.

c) Một con ve nặng 100 g bò nhẹ nhàng từ tâm ra đầu thanh. Tìm tốc độ góc của thanh lúc này.

Giải

a) Sau 4 s thanh quay đều nên từ đó có tốc độ góc không đổi và bằng :

$$\omega_t = \gamma t = 5.4 = 20\ (rad/s).$$

Momen quán tính của thanh : $I_t = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{2}.0,3.2^2 = 0,1\ (kg.m^2)$.

Momen động lượng của thanh : $L_t = I_t.\omega_t = 0,1.20 = 2\ (kg.m^2/s)$.

b) Khi con ve đậu vào tâm của thanh, vì khoảng cách từ nó đến trục quay bằng 0 nên momen động lượng và momen quán tính của nó bằng 0. Do đó không làm thay đổi momen động lượng của thanh. Thanh vẫn quay với tốc độ góc $\omega_t = 20\ rad/s$.

c) Khi ve bò ra đầu thanh, momen quán tính của nó đối với trục quay là :

$$I_v = m_v r^2 = 0,1\left(\frac{1}{2}.2\right)^2 = 0,1\ (kg.m^2).$$

Momen quán tính của hệ : $I_h = I_t + I_v = 0,1 + 0,1 = 0,2\ (kg.m^2)$.

Vì trọng lực của ve tác dụng lên thanh có phương trục quay nên momen của nó đối với trục quay bằng 0 và momen động lượng bảo toàn, nên ta có :

$$I_t\omega_t = I_h\omega_h \Rightarrow \omega_h = \frac{I_t\omega_t}{I_h} = \frac{0,1.20}{0,2} = 10\ (rad/s).$$

Ví dụ 4. Một ổ trục bánh xe có bán kính 10 cm đang làm quay bánh xe với tốc độ 1 200 vòng/phút. Biết bánh xe dạng đĩa tròn có bán kính 50 cm và khối lượng 16 kg và trục quay xem như một phần của bánh xe. Cho $\pi^2 = 10$.

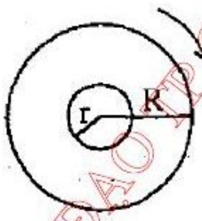
a) Xác định momen động lượng của bánh xe.

b) Người lái xe đạp phanh, tác dụng một lực 600 N lên ổ trục bánh xe. Xác định gia tốc góc của bánh xe.

c) Sau bao lâu kể từ khi đạp phanh, bánh xe dừng lại ?

Giải

a) Tốc độ góc của bánh xe : $\omega = \dfrac{1200.2\pi}{60} = 40\pi$ (rad / s).



Momen quán tính của bánh xe :

$$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}.16.(0,5)^2 = 2\ (\text{kg.m}^2).$$

Momen động lượng của bánh xe :

$$L = I.\omega = 80\pi \approx 251,2\ (\text{kg.m}^2/\text{s}).$$

b) Momen lực cản của phanh : $M = -F.r = -600.0,1 = -60$ (N.m).

Bánh xe quay chậm dần đều dưới tác dụng của lực cản với gia tốc :

$$\gamma = \frac{M}{I} = \frac{-60}{2} = -30\ (\text{rad/s}^2).$$

c) Thời gian để bánh xe dừng lại : $t = \dfrac{\omega - \omega_0}{\gamma} = -\dfrac{\omega_0}{\gamma} = -\dfrac{40\pi}{-30} \approx 4,2(\text{s})$.

Góc quay của bánh xe đạt được là : $\varphi = -\dfrac{\omega_0^2}{2\gamma} = -\dfrac{(40\pi)^2}{2(-30)} = 266,7$ (rad).

Dạng 4. BÀI TẬP VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA VẬT RẮN CHUYỂN ĐỘNG QUAY QUANH MỘT TRỤC CỐ ĐỊNH

Phương pháp giải

1. *Xác định tính chất chuyển động của vật rắn (quay hay là tịnh tiến hoặc cả hai), từ đó viết biểu thức năng lượng tổng quát của vật rắn.*
2. *Từ dữ kiện của đề bài, xác định khối lượng và momen quán tính của vật rắn.*
3. *Kết hợp các phương trình thu được và điều kiện của đề bài để xác định các đại lượng cần tìm như vận tốc, năng lượng...*

Ví dụ 1. Một bánh đà có momen quán tính 2 kg.m^2 được gia tốc dưới tác dụng của momen lực 20 N.m từ trạng thái nghỉ.

a) Xác định động năng của vật rắn sau thời gian 5 s.

b) Tìm thời gian cần thiết để động năng của nó tăng gấp đôi so với giá trị ở câu a.

Giải

a) Gia tốc góc của vật rắn : $\gamma = \dfrac{M}{I} = \dfrac{20}{2} = 10$ (rad/s^2).

Tốc độ góc của vật rắn sau 5 s là : $\omega = \omega_0 + \gamma t_0 = 0 + 10.5 = 50$ (rad/s).

Động năng quay của vật rắn : $W'_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.2.(50)^2 = 2\,500$ (J).

b) Ta có :

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I(\gamma t)^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2W_đ}{I\gamma^2}} = \sqrt{\frac{2.2W'_đ}{I\gamma^2}} = \sqrt{\frac{2.2.2500}{2.10^2}} \approx 7,1 \text{ (s)}.$$

Thời gian cần thiết để động năng tăng lên 2 lần là :

$$\Delta t = t - t_0 = 7,1 - 5 = 2,1 \text{ (s)}.$$

Ví dụ 2. Một cánh quạt của cối xay gió có dạng thanh mảnh dài 12 m, nặng 30 kg. Khi gió thổi, làm quay nhanh dần đều với gia tốc góc $0,2\,\text{rad/s}^2$.

a) Xác định độ biến thiên động năng sau khi nó quay được 10 phút.

b) Xác định độ biến thiên động năng sau khi nó quay được 100 vòng.

c) Xác định độ biến thiên động năng sau khi nó có momen động lượng $L = 3\,000\,\text{kg.m}^2\text{/s}$.

Giải

a) Tốc độ góc sau 10 phút là : $\omega = \gamma.t = 0,2.10.60 = 120$ (rad/s).

Momen quán tính của cánh quạt là : $I = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}.30.12^2 = 360\ (\text{kg.m}^2)$.

Động năng của cánh quạt là : $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.360.(120)^2 = 2\,592\,000$ (J).

b) Độ biến thiên động năng quay là : $\Delta W_đ = A = M.\varphi$.

Momen lực làm quay của gió là : $M = I.\gamma = 360.0,2 = 72$ (N.m).

Suy ra : $\Delta W_đ = M.\varphi = 72.100.2\pi \approx 45\,239$ (J).

c) Ta có : $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2I}.I^2.\omega^2 = \frac{L^2}{2I} = \frac{3\,000^2}{2.360} = 12\,500$ (J).

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Giả sử rằng một cái đĩa đang quay với vận tốc góc không đổi. Khi đó, một điểm trên vành đĩa có gia tốc tiếp tuyến hay pháp tuyến hay cả hai ? Nếu tốc độ góc tăng đều, một điểm trên vành đĩa có gia tốc tiếp tuyến hay pháp tuyến hay cả hai ? Với mỗi trường hợp, độ lớn hay các thành phần của gia tốc dài thay đổi ?

Bài 2. Nếu ngoại lực tác dụng lên một hệ bằng 0 thì momen của ngoại lực có bằng 0 không ? Còn nếu momen của ngoại lực tác dụng lên một hệ bằng 0 thì ngoại lực có bằng 0 không ? Cho ví dụ.

Bài 3. Hai quả cầu có cùng khối lượng, cùng bán kính và bề ngoài giống nhau, nhưng một quả đặc, một quả rỗng. Bằng cách nào để xác định quả cầu nào là đặc, quả cầu nào là rỗng ?

Bài 4. Momen quán tính của cuốn sách mà các bạn đang có sẽ là nhỏ nhất khi xét với trục đối xứng nào của nó ?

Bài 5. Khi một vận động viên biểu diễn mô tô rời khỏi mặt đất để thực hiện một cú nhảy và rời (nên bánh xe sau quay), tại sao phần trước của xe lại nâng lên cao ?

Bài 6. Một cầu thủ nhảy lên khỏi mặt đất để đón một quả bóng rồi ném nó tới đích rất nhanh. Khi ném bóng, phần trên của cơ thể anh ấy quay qua trái, tại sao chân và hông của anh ấy lại chuyển động quay theo chiều ngược lại ?

Bài 7. Một hạt có khối lượng m chuyển động với vận tốc không đổi v trên một đường thẳng. Momen động lượng của nó đối với một điểm bất kì không nằm trên quỹ đạo thay đổi như thế nào theo thời gian ?

Bài 8. Một nhà du hành vũ trụ trôi tự do trong môi trường không trọng lượng. Hãy mô tả người đó có thể chuyển động chân tay của cô ấy như thế nào để
a) quay lộn ngược ?
b) quay trước ra sau ?

Bài 9. Dựa trên định luật bảo toàn momen động lượng, hãy giải thích tại sao một máy bay trực thăng phải có hơn một rôto (cánh quạt) ? Xác định một hay nhiều cách mà cánh quạt thứ hai có thể hoạt động để giữ cho trực thăng ổn định ?

Bài 10. Một quạt trần có momen quán tính 2 kg.m^2 đang quay đều với tốc độ 360 vòng/phút.
a) Tính momen động lượng và động năng quay của quạt.
b) Quạt đang quay đều thì mất điện, quạt quay thêm được 30 vòng nữa thì dừng hẳn. Xác định giá trị của momen lực cản.

Bài 11. Một vô lăng nặng 2 kg có dạng vành tròn đường kính 1 m bắt đầu quay nhanh dần đều dưới tác dụng của một lực tiếp tuyến với vành tròn và có độ lớn 2 N.
a) Xác định tốc độ góc và góc quay đạt được sau khi quay được 5 s.
b) Viết phương trình chuyển động của vô lăng.

Bài 12. Một quạt điện có momen quán tính 2 kg.m^2 quay đều với động năng 1 kJ thì bị mất điện, sau đó 20 s, quạt dừng hẳn.
a) Tìm sự thay đổi của momen động lượng và giá trị của momen cản.
b) Khi có điện, quạt bắt đầu quay nhanh dần đều và sau 30 s thì bắt đầu quay đều. Xác định giá trị và chiều của momen khởi động của động cơ điện.

Bài 13. Các ngôi sao được hình thành từ những khối khí co lại do tác dụng của lực hấp dẫn. Dưới tác dụng của lực hấp dẫn, khối khí co lại và chuyển động thành xoáy và cả khối khí tự quay quanh mình nó. Giả sử các khối khí hình thành nên các ngôi sao (cỡ Mặt Trời của chúng ta) có dạng khối cầu, nặng khoảng 6.10^{30} kg, ban đầu có bán kính 2.10^{6} km. Tìm sự biến thiên của momen động lượng và động năng của khối khí khi nó co lại bán kính chỉ còn 10^{6} km (Mặt Trời có bán kính $0,7.10^{6}$ km).

Bài 14. Một cây thước nặng 1,5 kg có dạng một thanh mảnh, dài 1 m có thể quay quanh một trục nằm ngang không ma sát đi qua điểm giữa của thanh. Một viên kẹo cao su nặng 100 g rơi từ một độ cao nào đó xuống và dính vào một đầu của thanh với vận tốc ngay trước khi chạm vào thanh là 10 m/s. Tính độ lớn của vận tốc quay của thanh ngay sau khi va chạm.

Bài 15. Một người thợ phụ hồ đứng ở mặt đất kéo một xô vữa nặng 20 kg lên một sàn nhà cao bằng một sợi dây nhẹ, không dãn vắt qua một ròng rọc có dạng một đĩa tròn mỏng, bán kính 10 cm, khối lượng 400 g. Người đó phải kéo dây một lực bao nhiêu trong hai trường hợp :

a) Xô vữa đi lên đều với vận tốc 5 m/s ?

b) Xô vữa đi lên nhanh dần đều với gia tốc 1 m/s^2 ?

Bài 16. Một người có khối lượng 60 kg đứng ở mép một sàn quay của trò chơi quay vòng trong công viên. Sàn có đường kính 10 m và momen quán tính đối với trục quay đi qua tâm sàn khi đó bằng 2 500 $kg.m^2$. Sàn đang đứng yên thì người đó bắt đầu chạy quanh mép sàn với tốc độ 5 m/s trên sàn. Tính tốc độ quay và chiều quay của sàn. Sàn đang quay đều như thế thì một người khác có khối lượng 50 kg nhảy lên mép sàn và đứng yên, tìm tốc độ góc của sàn sau khi người đó nhảy lên và đứng yên trên sàn. Động năng của hệ thay đổi như thế nào ?

Bài 17. Một bánh xe đạp có dạng vành tròn bán kính 50 cm, khối lượng 2 kg đang quay với tốc độ 10 rad/s (tương ứng với vận tốc chuyển động của xe bằng 18 km/h) thì gặp một chướng ngại vật cách 31,4 m ở phía trước. Phanh phải tác dụng một lực nhỏ nhất bằng bao nhiêu để xe dừng lại kịp thời ? Cho rằng lực tác dụng của phanh tiếp tuyến với bánh xe tại vành bánh.

Bài 18. Trong một chuyến du hành tới Mặt Trăng, phi hành đoàn trên tàu vũ trụ Apollo rơi vào một vùng không gian mà trong đó họ thực hiện một chuyển động tự quay chậm do ảnh hưởng của Mặt Trời. Họ được gia tốc nhanh dần đều từ nghỉ tới vận tốc 1 vòng/s ở phút phút đầu tiên và trong suốt 12 phút. Tàu vũ trụ có thể được xem như là một hình trụ đường kính 8,5 m. Hãy xác định :

a) Gia tốc góc.

b) Thành phần tiếp tuyến và thành phần pháp tuyến của gia tốc dài tại một điểm trên vỏ tàu sau khi gia tốc được 7 phút.

Bài 19. Một bánh xe cao su nhỏ được sử dụng để điều khiển một bánh xe khác trong lò gốm, hai bánh xe được đóng khung sao cho vành bánh răng cưa của chúng ăn khớp với nhau trên một mặt phẳng. Bánh xe cao su có bán kính 2,0cm có gia tốc 7,2rad/s^2 và làm quay bánh xe lớn (bánh kính 21cm), các bánh xe không trượt lên nhau nhờ hệ thống răng cưa. Hãy tính :

a) Gia tốc góc của bánh xe lớn.

b) Thời gian cần thiết để bánh xe lớn đạt vận tốc cần thiết bằng 65 vòng mỗi phút.

Bài 20. Một chiếc ốc vít ở đầu một đinh ốc hình trụ của một động cơ cần được vặn chặt bởi một momen lực 75 N.m. Nếu một chiếc cờ lê dài 28 cm được dùng để vặn chiếc ốc này thì phải tác dụng vào đầu còn lại của nó một lực vuông góc với chiều dài cờ lê bằng bao nhiêu ? Lực này trong thực tế như thế nào ?

Bài 21. Một người ném búa (đây là một trò chơi khá phổ biến ở Mĩ) gia tốc một chiếc búa 7,3 kg bằng cách quay nó 4 vòng liên tục nhau từ trạng thái nghỉ và thả nó ra ở vận tốc 26,5 m/s. Giả sử rằng quá trình gia tốc là đều và búa quay trong một mặt phẳng ngang bán kính 1,2 m. Hãy tính :

a) Gia tốc góc, gia tốc tiếp tuyến và gia tốc hướng tâm.

b) Ngoại lực tác dụng lên búa và góc của lực này đối với bán kính của chuyển động tròn.

Các phép tính thực hiện đối với quá trình chuyển động trước khi búa được thả ra.

Bài 22. Một con yô-yô (một trò chơi của trẻ em) bao gồm hai đĩa đặc dạng hình trụ mỏng, mỗi cái có khối lượng 50g và bán kính 7,5 cm được nối với nhau bằng một thanh nối hình trụ khối lượng 5g và bán kính 1 cm (tâm của hai đĩa nằm trên trục của thanh và hai đĩa nằm trong hai mặt phẳng song song với nhau, con yô-yô có dạng như hai bánh xe nhỏ nối với nhau bởi trục quay). Người chơi dùng một sợi dây dài, cố định một đầu vào trục của con yô-yô, khi chơi quấn sợi dây quanh trục rồi thả ra, con yô-yô sẽ vừa quay quanh trục của nó vừa chuyển động rơi xuống. Tính vận tốc của con yô-yô này khi nó được thả ra từ một sợi dây dài 1 m (nghĩa là con yô-yô chuyển động được 1 m so với tay cầm đầu sợi dây còn lại) ? Bao nhiêu phần trăm động năng toàn phần là của chuyển động quay ?

Bài 23. Một người có khối lượng 75 kg đứng ở tâm của một chiếc đĩa quay trong công viên, đĩa có bán kính 3 m và momen quán tính 920 km.m^2. Khi đĩa quay quanh trục thẳng đứng không ma sát với vận tốc 0,95 rad/s, thì người đó đi bộ dọc theo phương bán kính ra tới mép đĩa.

a) Tính tốc độ góc của đĩa khi người đó đứng yên trên mép đĩa.

b) Tính động năng quay của hệ gồm đĩa quay và người, trước và sau khi người đó chuyển động.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 10. a) Tốc độ góc : $\omega = \dfrac{360.2\pi}{60} = 12\pi$ (rad/s).

Momen động lượng : $L = I.\omega = 2.12\pi = 24\pi$ (kg.m/s).

Động năng : $W_đ = \frac{1}{2}I.\omega^2 = \frac{1}{2}.2.(12\pi)^2 \approx 1\,420$ (J).

b) Quạt đang quay đều thì mất điện, quạt quay chậm dần đều sau khi quay được 30 vòng thì dừng lại. Góc quay : $\varphi = 30.2\pi = 60\pi$ (rad).

Gia tốc góc : $\gamma = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varphi} = -\frac{\omega_0^2}{2\varphi} = -\frac{(12\pi)^2}{2.60\pi} = -1,2\pi$ (rad/s^2) (vì $\omega = 0$).

Khi mất điện, chỉ còn tác dụng của momen cản do ma sát :

$$M_c = I.\gamma = 2.(-1,2\pi) = -2,4\pi \text{ (N.m)}.$$

Dấu "–" chỉ tác dụng cản của momen.

Bài 11. Momen quán tính của vô lăng : $I = mR^2 = 2.(0,5)^2 = 0,5$ (kg.m^2).

Momen lực tác dụng : $M = F.R = 2.0,5 = 1$ (N.m).

a) Gia tốc góc của vô lăng : $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{1}{0,5} = 2$ (rad/s^2).

Tốc độ góc : $\omega_t = \omega_0 + \gamma t = 0 + 2.2 = 4$ (rad/s).

Góc quay đạt được : $\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = 0 + \frac{1}{2}2.2^2 = 4$ (rad).

Hoặc : $\varphi = \frac{\omega_t^2 - \omega_0^2}{2\gamma} = \frac{4^2 - 0}{2.2} = 4$ (rad).

b) Phương trình chuyển động tổng quát : $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2$.

Chọn vị trí ban đầu khi vô lăng bắt đầu quay $\varphi_0 = 0$, ta có :

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma t^2 = t^2 \text{ (rad)}.$$

Bài 12. Ta có : $W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2$. Suy ra tốc độ góc của quạt khi quay đều là :

$$\omega = \sqrt{\frac{2W_đ}{I}} = \sqrt{\frac{2.1000}{2}} \approx 10\pi \text{ (rad/s)}.$$

a) Vì quạt dừng hẳn nên độ biến thiên động lượng của quạt bằng động lượng ban đầu của nó :

$$\Delta L = L_1 - L_0 = -L_0 = -I.\omega_0 = -2.10\pi = -20\pi \text{ (kg.m}^2\text{/s)}.$$

Momen cản có tác dụng làm giảm momen động lượng của quạt, khi đó giá trị của momen cản : $M_C = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{-20\pi}{20} = -\pi$ (N.m).

b) Khi có điện, dưới tác dụng của momen khởi động của động cơ, quạt quay nhanh dần đều cho đến khi có tốc độ bằng tốc độ quay bình thường của quạt. Ta có, gia tốc góc của quạt khi khởi động là :

$$\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{10\pi}{30} = \frac{\pi}{3} \text{ (rad/s}^2\text{)}.$$

Mặt khác, khi khởi động, quạt chịu tác dụng đồng thời của hai momen : momen cản M_C và momen khởi động của động cơ M_K. Khi đó, tổng momen lực tác dụng lên vô lăng bằng : $M = M_C + M_K$.

Mọmen này gây ra gia tốc góc của quạt khi khởi động : $M = I.\gamma$.

Từ đó, suy ra : $M_K = I.\gamma - M_C = 2.\frac{\pi}{3} - (-\pi) = \frac{5\pi}{3}$ (N.m).

Momen khởi động có tác dụng làm quay quạt ngược chiều với tác dụng của momen cản và có giá trị bằng : $M_K = \frac{5\pi}{3}$ (N.m).

Bài 13. Ngôi sao chỉ chịu tác dụng của lực hấp dẫn, lực này có phương đi qua tâm khối khí tức là cắt trục quay, do đó không gây ra momen lực tác dụng lên vật. Khi đó, momen lực bằng không và momen động lượng được bảo toàn, ta có : $\Delta L = M.\Delta t = 0$.

Vì momen động lượng không đổi, nên ta có :

$$L_1 = L_2 \Rightarrow (I_1.\omega_1)^2 = (I_2.\omega_2)^2 \Rightarrow \frac{W_{d1}}{W_{d2}} = \frac{\frac{1}{2}I_1.\omega_1^2}{\frac{1}{2}I_2.\omega_2^2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Mặt khác, momen quán tính của khối cầu đặc có dạng : $I = \frac{2}{5}mR^2$.

Suy ra : $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$ và $\frac{W_{d1}}{W_{d2}} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \left(\frac{10^6}{2.10^6}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow W_{d2} = 4.W_{d1}$.

Vậy, momen động lượng của ngôi sao không thay đổi nhưng động năng của nó tăng lên 4 lần ! Theo em, định luật bảo toàn năng lượng có bị vi phạm không ?

Bài 14. Momen quán tính của thanh : $I_t = \frac{1}{12}Ml^2 = \frac{1}{12}.1,5.1^2 = 0,125$ (kg.m^2).

Khi dính vào đầu thanh, viên kẹo quay cùng với thanh, nó có momen quán tính : $I_k = m.r^2 = m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = 0,1\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0,025$ (kg.m^2).

Momen quán tính của hệ thanh và viên kẹo bằng :

$$I = I_t + I_k = 0,125 + 0,025 = 0,15 \text{ (kg.m}^2\text{)}.$$

Trước va chạm, thanh đứng yên nên không có momen động lượng :

$$L_{t0} = 0.$$

Viên kẹo chuyển động nên có động lượng : $p = m.v$

và do đó nó có momen động lượng đối với trục quay O bằng :

$$L_{k0} = p.r = m.v.\frac{l}{2} = 0,1.10.\frac{1}{2} = 0,5 \text{ (kg.m}^2\text{/s)}.$$

Momen động lượng của hệ trước va chạm :

$$L_{tr} = L_{t0} + L_{k0} = 0,5 \text{ (kg.m}^2\text{/s)}.$$

Sau va chạm, hệ thanh và viên kẹo cùng quay với tốc độ góc, khi đó momen động lượng của hệ bằng : $L_s = I.\omega$.

Do thời gian va chạm ngắn, va chạm là mềm (hai vật dính vào nhau, cùng chuyển động) nên momen động lượng được bảo toàn trong quá trình va chạm, ta có : $L_s = L_{tr}$.

Tốc độ góc đạt được : $\omega = \frac{L_{tr}}{I} = \frac{0,5}{0,15} = 3,33$ (rad/s).

Bài 15. Áp dụng định luật II Niu-tơn cho chuyển động của xô vữa, ta có :

$$T_1 - mg = ma.$$

Áp dụng phương trình cơ bản của chuyển động quay cho ròng rọc, ta có :

$$(T_2 - T_1)R = I\gamma.$$

với T_2, T_1 lần lượt là lực kéo và lực căng dây treo thùng vữa.

Dây kéo không trượt trên ròng rọc, ta có : $a = \gamma R$.

Momen quán tính của ròng rọc có dạng đĩa tròn : $I = \frac{1}{2}m_rR^2$.

Từ các phương trình này, ta suy ra : $T_2 = m(g + a) + \frac{1}{2}m_ra$.

Vậy, lực kéo cần thiết :

- Khi xô vữa chuyển động đều (a = 0) là : $T_2 = mg = 20.10 = 200$ (N).
- Khi xô vữa chuyển động nhanh dần đều là :

$$T_2 = 20(10 + 1) + \frac{1}{2}0,4.1 = 220,2 \text{ (N)}.$$

Ta nhận thấy khối lượng ròng rọc không làm thay đổi đáng kể giá trị của lực kéo.

Bài 16. Vận tốc của người so với đất là : $v = v_1 + v_2$

trong đó v_1 là vận tốc của người so với sàn, $v_2 = \omega R$ là vận tốc của một điểm tại mép sàn so với đất (vận tốc kéo theo trong hệ quy chiếu quay).

Momen động lượng của hệ trong hệ quy chiếu với mặt đất được bảo toàn (lưu ý rằng định luật bảo toàn momen động lượng chỉ đúng với hệ quy chiếu quán tính !), ta có : $mvR + I\omega$.

Hay : $$m(v_1 + \omega R)R + I\omega = 0.$$

Suy ra : $$\omega = \frac{-mv_1}{mR^2 + I} = \frac{-60.5}{60.5^2 + 2500} = -0,075 \text{ (rad/s)}.$$

(Lưu ý rằng mR^2 không phải là momen quán tính của người, momen của người đã được tính trong momen của sàn).

Khi người nhảy lên sàn, momen quán tính của sàn lúc này bằng :

$$I' = I + m'R^2 = 2500 + 50.5^2 = 3\,750 \text{ (kg.m}^2\text{)}.$$

Vì momen động lượng được bảo toàn, nên ta có : $I\omega = I'\omega'$.

Tốc độ quay của sàn bằng : $\omega' = \dfrac{I\omega}{I'} = \dfrac{2500.0,075}{3\,750} = 0,05$ (rad/s).

Độ biến thiên của động năng quay : $\Delta W_đ = \dfrac{1}{2}I\omega^2 - \dfrac{1}{2}I'\omega'^2 = 2,34$ (J).

Bài 17. Chu vi bánh xe $2\pi R$. Vậy số vòng quay của bánh xe trước khi dừng lại nhiều nhất bằng : $n = \dfrac{s}{2\pi R} = \dfrac{31,4}{2.3,14.0.5} \approx 10$ (vòng).

Gia tốc góc của bánh xe cần đạt được bằng :

$$\gamma = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2.\varphi} = \frac{0 - 20^2}{2.10.2\pi} = -\pi\ (\text{rad/s}^2).$$

Vì lực tiếp tuyến nên độ lớn của nó có giá trị :

$$F = \frac{M}{R} = \frac{I.\gamma}{R} = m.R.\gamma = 2.0,5.\pi \approx 3,14\ (\text{N})\ (\text{vì } I = mR^2).$$

Vì số vòng quay $n \le 10$, từ đó suy ra $F \ge 3,14\,\text{N}$. Thực tế, vì khối lượng xe lớn hơn nhiều nên lực tác dụng cũng lớn hơn.

Bài 18. Xét như đối với một chuyển động quay nhanh dần đều với một quỹ đạo có đường kính bằng 8,5 m, ta tính được :

a) $\gamma = 1,5.10^{-4}$ rad/s^2.

b) $a_t = 1,6.10^{-2}$ m/s^2, $a_n = 6,2.10^{-4}$ m/s^2.

Bài 19. Chú ý rằng gia tốc dài tại các điểm trên vành của hai bánh xe là như nhau, từ đó ta tính được :

a) $\gamma = 0,69$ rad/s^2.

b) $t = 9,9$ s.

Bài 20. Để ý rằng momen mà lực tác dụng lên cờ lê tạo ra bằng momen mà phản lực của ốc vít tạo ra (nhưng có tác dụng làm quay cờ lê theo hai chiều ngược nhau) và ít nhất bằng momen cần tác dụng. Từ đó suy ra F = 270N, trong thực tế thì lực tác dụng lớn hơn 270N.

Bài 21. ***Đáp số :*** a) $\gamma = 9,7$ rad/s^2 ; $a_t = 11,6$ m/s^2 ; $a_n = 585$ m/s^2.

b) F = 4 270 N.

Bài 22. Chuyển động của con yo-yo bao gồm chuyển động quay quanh trục và chuyển động tịnh tiến. Do tác dụng của sợi dây nên chuyển động này là chuyển động lăn không trượt. Áp dụng tính chất của chuyển động lăn không trượt, ta tính được v = 0,84 m/s, từ đó suy ra được động năng tịnh tiến và tính được tỉ lệ : động năng quay bằng 96% động năng toàn phần.

Bài 23. Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng, chú ý rằng khi đứng ở tâm thì momen quán tính của người bằng 0. Từ đó, ta tính được :

a) $\omega = 0,55$ rad/s.

b) Từ giá trị của tốc độ quay suy ra động năng quay, để ý rằng khi đứng ở mép đĩa thì momen quán tính của hệ gồm momen quán tính của đĩa và momen quán tính của người (xem như một chất điểm), suy ra :

$$W_{đt} = 420\,J \text{ và } W_{đs} = 240\,J.$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Chỉ ra câu **sai**. Mọi điểm thuộc vật rắn chuyển động quay xung quanh một trục cố định thì có
A. tốc độ góc bằng nhau.
B. tốc độ dài bằng nhau.
C. gia tốc góc bằng nhau.
D. cùng một góc quay.

2. Một vật rắn chuyển động quay với tốc độ góc ω và gia tốc góc γ. Trong trường hợp nào sau đây, vật chuyển động quay nhanh dần ?
A. $\omega = -5\,rad/s$ và $\gamma = 0\,rad/s^2$.
B. $\omega = -5\,rad/s$ và $\gamma = -2\pi\,rad/s^2$.
C. $\omega = -5\,rad/s$ và $\gamma = 2\pi\,rad/s^2$.
D. $\omega = 5\,rad/s$ và $\gamma = -2\pi\,rad/s^2$.

• ***Sử dụng dữ kiện sau để trả lời các câu hỏi 3 và 4.***
Một đồng hồ có kim phút dài gấp rưỡi kim giờ.

3. Tỉ số tốc độ góc giữa đầu kim phút và đầu kim giờ là
A. 12.
B. 24.
C. $\frac{1}{12}$.
D. $\frac{1}{24}$.

4. Tỉ số vận tốc dài giữa đầu kim phút và đầu kim giờ là
A. 18.
B. 8.
C. $\frac{1}{18}$.
D. $\frac{1}{8}$.

5. Khi một vật rắn quay quanh một trục cố định, quỹ đạo của mọi điểm thuộc vật là những
A. đường tròn đồng tâm.
B. đường tròn đồng trục.
C. đường tròn cùng bán kính và đồng tâm.
D. đường tròn cùng bán kính và đồng trục.

6. Một vật rắn quay với một gia tốc không đổi quanh một trục cố định, vectơ vận tốc của một điểm M thuộc vật rắn
A. có độ lớn và hướng không đổi.
B. có độ lớn và hướng thay đổi.
C. có độ lớn không đổi, có hướng thay đổi.
D. có độ lớn thay đổi, có hướng không đổi.

7. Một vật rắn quay đều quanh một trục cố định. Góc quay được sau thời gian t kể từ lúc bắt đầu quay tỉ lệ với
A. t.
B. $\frac{2}{t}$.
C. t^2.
D. $\frac{2}{t^2}$.

8. Một vật rắn quay nhanh dần đều quanh một trục cố định. Góc quay được sau thời gian t kể từ lúc bắt đầu quay tỉ lệ với

A. t. B. $\frac{2}{t}$. C. t^2. D. $\frac{2}{t^2}$.

9. Một bánh xe quay nhanh dần đều từ nghỉ sau 5 s đạt được tốc độ 20 rad/s. Trong thời gian này, van xe quay được một góc

A. 50 rad. B. 50π rad. C. 100 rad. D. 100π rad.

• Sử dụng dữ kiện sau để trả lời các câu hỏi 10, 11, 12 và 13.

Một bánh xe đang quay đều với tốc độ 5 rad/s thì được gia tốc nhanh dần đều với gia tốc 5 rad/s^2.

10. Tốc độ bánh xe sau khi gia tốc được 10 s là

A. 50 rad/s. B. 45 rad/s. C. 55 rad/s. D. – 45 rad/s.

11. Giá trị góc quay được sau 10 s là

A. 250 rad. B. 300 rad. C. 225 rad. D. 75 rad.

12. Sau bao lâu thì tốc độ góc của bánh xe tăng gấp 10 lần ?

A. 2 s. B. 9 s. C. 10 s. D. 11 s.

13. Chọn thời điểm ban đầu (t = 0) lúc bắt đầu tăng tốc, phương trình chuyển động quay của bánh xe là

A. $\varphi = 5t + 5t^2$. B. $\varphi = 5t - 5t^2$. C. $\varphi = 5t + 2{,}5t^2$. D. $\varphi = 5t - 10t^2$.

• Sử dụng dữ kiện sau để trả lời các câu hỏi 14, 15, 16.

Một bánh xe đang quay với vận tốc 60 rad/s thì bị hãm với gia tốc 2,5 rad/s^2, lấy $\pi^2 = 10$.

14. Sau bao lâu thì vận tốc dài của van xe giảm còn một nửa so với ban đầu ?

A. 36 s. B. 10 s. C. 12 s. D. 24 s.

15. Bánh xe sẽ dừng lại sau thời gian

A. 12 s. B. 48 s. C. 20 s. D. 24 s.

16. Bánh xe quay được góc φ kể từ khi bị hãm. Giá trị của φ là

A. 1 080 rad. B. 360 rad. C. 720 rad. D. 1 440 rad.

17. Phát biểu nào sau đây là **sai** đối với momen quán tính ?

A. Momen quán tính của vật rắn đối với một trục quay càng lớn thì sức ì của vật trong chuyển động quay quanh trục đó lớn.

B. Momen quán tính của vật rắn phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng đối với trục quay.

C. Momen quán tính của hệ hai vật bằng tổng momen của từng vật đối với cùng một trục quay.

D. Momen quán tính của vật càng lớn thì sự thay đổi tốc độ góc của vật càng lớn.

18. Momen quán tính của một chất điểm đối với trục quay

A. tăng 2 lần khi khối lượng tăng 2 lần và khoảng cách tới trục quay tăng 2 lần.

B. tăng 2 lần khi khối lượng tăng 2 lần và khoảng cách tới trục quay giảm 2 lần.
C. tăng 2 lần khi khối lượng giảm 2 lần và khoảng cách tới trục quay tăng 2 lần.
D. tăng 2 lần khi khối lượng giảm 2 lần và khoảng cách tới trục quay giảm 2 lần.

19. Một người cầm hai quả nặng ngồi trên một cái ghế quay quanh một trục thẳng đứng. Chọn phát biểu đúng.
A. Ghế quay nhanh lên khi người đó dang hai tay ra.
B. Ghế quay chậm lại khi người đó dang hai tay ra.
C. Ghế quay chậm lại khi người đó khép hai tay lại
D. Ghế quay với vận tốc không đổi.

20. Khi tác dụng một momen lực không đổi vào một vật rắn có trục quay cố định. Đại lượng nào sau đây là **không** thay đổi ?
A. Momen động lượng. B. Gia tốc góc.
C. Tốc độ góc. D. Góc quay.

21. Phát biểu nào sau đây là **không** đúng ?
A. Khi một vật rắn chuyển động tịnh tiến thì momen động lượng của nó đối với một trục quay bất kì xác định là không đổi.
B. Khi hợp lực tác dụng lên vật rắn bằng 0 thì momen động lượng của vật không đổi.
C. Khi tổng các momen lực bằng 0 thì momen động lượng của vật không đổi.
D. Khi khối tâm vật rắn chuyển động thẳng đều thì momen động lượng của vật không đổi.

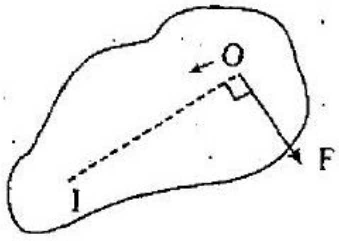
• Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu hỏi 22, 23.

Các ngôi sao được hình thành từ các đám khí lớn tự quay quanh mình và co dần thể tích do hấp dẫn.

22. Tốc độ góc quay của sao
A. không đổi. B. tăng dần. C. giảm đi. D. bằng 0.

23. Động năng của sao
A. không đổi. B. tăng dần. C. giảm đi. D. bằng 0.

24. Nếu một vật chịu tác dụng của một lực $\vec{F}$ có độ lớn không đổi và luôn vuông góc với đường thẳng nối điểm đặt với trục quay nhưng điểm đặt lại di chuyển đều về tâm (hình vẽ). Hiện tượng nào sau đây sẽ xảy ra ?



A. Vật quay nhanh dần đều.
B. Vật quay chậm dần đều.
C. Vật quay nhanh dần sau đó quay đều.
D. Vật quay chậm dần sau đó quay đều.

• Hãy sử dụng dữ kiện sau đây trả lời các câu hỏi 25 và 26.

Bánh xe có dạng vành tròn bán kính 50 cm, khối lượng 1 kg, chịu tác dụng của một ngẫu lực F = 5 N, tiếp tuyến với vành bánh xe.

25. Gia tốc góc của bánh xe là

A. 20 rad/s^2. B. 10 rad/s^2. C. 2 rad/s^2. D. 40 rad/s^2.

26. Momen động lượng của bánh xe sau 10 s là

A. 2,5 kg.m^2/s. B. 1,25 kg.m^2/s. C. 50 kg.m^2/s. D. 3,75 kg.m^2/s.

• ***Hãy sử dụng dữ kiện sau đây trả lời các câu hỏi 27 và 28.***
Một thanh dài 1m có khối lượng 3 kg quay quanh trục đi qua trung điểm với tốc độ góc 5 rad/s. Mỗi đầu thanh có gắn một vật nặng 1 kg.

27. Momen động lượng của thanh là

A. 7,5 kg.m^2/s. B. 3,25 kg.m^2/s. C. 3,75 kg.m^2/s. D. 3,5 kg.m^2/s.

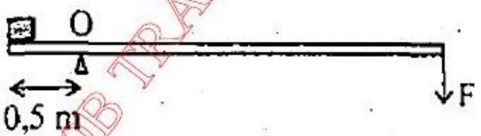
28. Momen quán tính của thanh là

A. 0,25 kg.m^2. B. 0,5 kg.m^2. C. 0,75 kg.m^2. D. 0,375 kg.m^2.

29. Một bánh có bán xe kính 50 cm với momen quán tính 2 kg.m^2 đang quay nhanh dần từ nghỉ, sau 10 s đạt vận tốc 50 rad/s. Cần tác dụng một lực nhỏ nhất bằng bao nhiêu lên vành bánh xe để giữ cho nó quay đều ?

A. 20 N. B. 40 N. C. 30 N. D. 25 N.

30. Một người dùng một đòn bẩy có dạng thanh ngang dài 3m để nâng một thùng hàng nặng 2 000 N. Biết điểm đặt cách thùng hàng 0,5 m và đòn bẩy nằm ngang. Người đó cần tác dụng một lực ít nhất bằng bao nhiêu ?



A. 40 N. B. 30 N. C. 45 N. D. 35 N.

31. Cho rằng Trái Đất là một khối cầu có bán kính R, khối lượng riêng ρ(kg/m^3). Momen quán tính của nó đối với trục quay qua tâm là

A. $\frac{8\pi}{15}\rho R^5$. B. $\frac{2\pi}{5}\rho R^2$. C. $\frac{2\pi}{3}\rho R^2$. D. $\frac{4\pi}{3}\rho R^3$.

32. Công thức nào sau đây diễn tả định luật bảo toàn momen định lượng

A. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$. B. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$. C. $\frac{I_1}{\omega_1} = \frac{I_2}{\omega_2}$. D. $I_1\omega_2 = I_2\omega_1$.

33. Momen động lượng của vật đối với trục quay Δ được bảo toàn khi

A. tổng hợp các lực bằng 0
B. không có lực ma sát
C. tổng các momen lực đối với trục quay Δ bằng 0
D. tổng các momen lực đối với trục quay Δ không đổi

34. Làm quay một bánh xe dạng vành tròn bán kính 50 cm có khối lượng 4 kg quay từ nghỉ, sau 5 s đạt được vận tốc 20 rad/s. Lực tác dụng nhỏ nhất là bao nhiêu ?

A. 8 N. B. 4 N. C. 80 N. D. 40 N.

35. Động cơ ô tô tạo ra một momen 500 kg.m^2 có tác dụng làm quay 2 bánh xe, mỗi bánh có khối lượng 40 kg và bán kính 50 cm dạng đĩa tròn. Sau 10 s kể từ khi khởi động, tốc độ góc của bánh xe là bao nhiêu (bỏ qua ma sát) ?

A. 250 rad/s. B. 500 rad/s. C. 125 rad/s. D. 275 rad/s.

36. Một đĩa mài có bán kính R chịu tác dụng của một lực tiếp tuyến không đổi F. Mối liên hệ nào sau đây là đúng ?

A. $L = Ft$. B. $L = FRt$ C. $L = FR^2t$ D. $L = \frac{1}{2}FR^2t$.

• ***Hãy sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu hỏi 37 và 38.***
Một vòng đu quay có đường kính 10 m, quay nhanh dần đều trong 4 s thì tốc độ góc tăng từ 30 vòng/phút lên 120 vòng/phút.

37. Gia tốc tiếp tuyến của người ngồi trên ghế ở rìa vòng đu là

A. $3{,}75\pi$ m/s^2. B. $0{,}75\pi$ m/s^2. C. $7{,}5\ \pi$ m/s^2. D. $5\ \pi$ m/s^2.

38. Gia tốc hướng tâm của ghế ngồi sau khi tăng tốc được 2 s là

A. 625 m/s^2. B. 312,5 m/s^2. C. 112,5 m/s^2. D. 225 m/s^2.

39. Đơn vị của momen động lượng là

A. kg.m^2. B. kg.m^2/s. C. kg.m/s. D. kg.m^{2}s.

40. Một thanh ngang quay nhanh dần đều quanh một trục đi qua tâm. Momen động lượng của nó tỉ lệ với

A. t. B. t^2. C. $\sqrt{t}$. D. t^3.

41. Thanh quay nhanh dần đều quanh một trục qua một đầu thanh. Momen động lượng của nó tỉ lệ với

A. φ. B. φ^2. C. $\sqrt{\varphi}$. D. φ^3.

42. Một con lắc đơn được buộc vào một thanh quay. Thanh quay làm con lắc quay theo và sợi dây bị quấn vào thanh. Theo thời gian

A. momen động lượng tăng dần. B. tốc độ góc tăng dần.
C. momen quán tính tăng dần. D. gia tốc góc tăng dần.

43. Một bánh đà có momen quán tính 1 kg.m^2 quay nhanh dần đều. Sau 1 phút tốc độ góc tăng thêm 60 rad/s. Khi bánh đà quay được một góc 400 rad thì momen động lượng của nó là

A. $20\sqrt{60}$ kg.m^2/s. B. 60 kg.m^2/s.
C. 180 kg.m^2/s. D. 20 kg.m^2/s.

44. Một quạt trần có momen quán tính 2 kgm^2. Quạt cần thời gian 1 phút kể từ khi khởi động để tăng tốc, sau đó ổn định. Gia tốc góc của quạt khi tăng tốc là 0,5 rad/s^2. Xác định momen động lượng của quạt sau 2 phút.

A. 60 kg.m^2/s. B. 10 kg.m^2/s. C. 120 kg.m^2/s. D. 12 kg.m^2/s.

45. Một thanh ngang dài 3 m, nặng M = 4 kg có thể quay quanh một trục thẳng đứng đi qua đầu thanh. Thanh đang đứng yên thì một viên đạn nặng $m = 40$ g bay với vận tốc 400 m/s bắn vuông góc vào một đầu của thanh. Cho M >> m, thanh quay với tốc độ góc

A. 4 rad/s. B. 1 rad/s. C. 16 rad/s. D. 4/3 rad/s.

46. Một vật rắn chuyển động quay quanh một trục, động năng của nó
A. giảm đi 2 lần khi khối lượng tăng gấp đôi, tốc độ góc giảm một nửa.
B. tăng lên 2 lần khi khối lượng tăng gấp đôi, tốc độ góc giảm một nửa.
C. giảm đi 2 lần khi khối lượng giảm đi một nửa, tốc độ góc tăng gấp đôi.
D. tăng lên 2 lần khi khối lượng và tốc độ góc đều tăng gấp đôi.

47. Một vật rắn quay quanh một trục với tốc độ góc ω có động năng $W_đ$ thì có momen động lượng L bằng :

A. $2W_đ\omega$. B. $\frac{1}{2}W_đ\omega$. C. $\frac{2W_đ}{\omega}$. D. $\frac{W_đ}{2\omega}$.

48. Một vật rắn quay quanh trục với gia tốc không đổi γ thì động năng quay $W_đ$
A. tỉ lệ thuận với L. B. tỉ lệ nghịch với L.
C. tỉ lệ thuận với L^2. D. tỉ lệ nghịch với L^2.

49. Một vật rắn có momen quán tính đối với trục quay Δ cố định xuyên qua vật là 5.10^{-3} kg.m². Vật quay đều quanh trục Δ với tốc độ góc 600 vòng/phút. Lấy $\pi^2 = 10$, động năng quay của vật là
A. 10 J. B. 0,5 J. C. 2,5 J. D. 20 J.

50. Điều kiện để động năng của một vật rắn quay quanh một trục được bảo toàn là
A. tổng các vectơ lực bằng không.
B. tổng các momen lực bằng không.
C. tổng các momen lực không đổi.
D. tổng các momen lực cản bằng không.

51. Một vật rắn quay nhanh đều quanh một trục, động năng của nó tỉ lệ với
A. $\sqrt{t}$. B. t. C. t^2. D. $t^{3/2}$.

52. Một bánh đà có momen quán tính 2 kg.m² được gia tốc với một momen lực 30 N.m. Động năng của nó sau 10 s là
A. 22,5 kJ. B. 35,0 kJ. C. 45,0 kJ. D. 37,5 kJ.

53. Một bánh đà đang quay với tốc độ góc 40 rad/s thì bị hãm bởi một gia tốc góc 5 rad/s. Sau bao lâu thì động năng giảm đi 3/4?
A. 2 s. B. 3 s. C. 4 s. D. 6 s.

54. Một vật rắn có momen quán tính 200 kg.m² và động năng quay quanh một trục là 10 kJ. Momen động lượng của vật là
A. 25.10^4 kg.m². B. $1\,000\sqrt{2}$ kg.m².
C. 2 000 kg.m². D. $200\sqrt{10}$ kg.m².

55. Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định. Khi tổng momen của các ngoại lực tác dụng lên vật đối với trục quay đó bằng 0 thì vật sẽ

A. quay đều.
B. quay chậm dần đều.
C. quay nhanh dần đều.
D. quay chậm dần đều, sau đó dừng hẳn.

56. Ban đầu một vận động viên trượt băng nghệ thuật hai tay dang rộng đang thực hiện động tác quay quanh trục thẳng đứng đi qua trọng tâm người đó. Bỏ qua mọi ma sát ảnh hưởng đến chuyển động quay của người đó. Sau đó, vận động viên khép tay lại thì chuyển động quay sẽ

A. dừng lại ngay. B. quay nhanh hơn.
C. quay chậm lại. D. không thay đổi.

57. Một thanh OA đồng chất, tiết diện đều, có khối lượng 1 kg. Thanh có thể quay quanh một trục cố định theo phương ngang đi qua đầu O và vuông góc với thanh. Đầu A của thanh được treo bằng sợi dây có khối lượng không đáng kể, bỏ qua ma sát ở trục quay, lấy $g = 10 m/s^2$. Khi thanh ở trạng thái cân bằng theo phương ngang thì sợi dây thẳng đứng, vậy lực căng của sợi dây là

A. 20 N. B. 10 N. C. 1 N. D. 5 N.

58. Tác dụng một ngẫu lực lên thanh MN đặt trên sàn ngang. Thanh MN không có trục quay cố định. Bỏ qua ma sát giữa thanh và sàn. Nếu mặt phẳng chứa ngẫu lực (mặt phẳng ngẫu lực) song song với sàn thì thanh sẽ quay quanh trục đi qua

A. đầu M và vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực.
B. trọng tâm và vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực.
C. đầu N và vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực.
D. điểm bất kì trên thanh và vuông góc với mặt phẳng ngẫu lực.

59. Tại thời điểm t = 0, một vật rắn bắt đầu quay quanh một trục cố định xuyên qua vật với gia tốc góc không đổi. Sau 5 s nó quay được góc 25 rad. Tốc độ góc tức thời của vật tại thời điểm t = 5 s là

A. 5 rad/s. B. 10 rad/s. C. 15 rad/s. D. 25 rad/s.

60. Hệ cơ học gồm một thanh AB có chiều dài l, khối lượng không đáng kể, đầu A của thanh được gắn chất điểm khối lượng m và đầu B của thanh được gắn chất điểm khối lượng 3m. Momen quán tính của hệ đối với trục vuông góc với AB và đi qua trung điểm của thanh là

A. ml^2. B. $4ml^2$. C. $2ml^2$. D. $3ml^2$.

61. Một vật rắn đang quay chậm dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật thì

A. gia tốc góc luôn có giá trị âm.
B. tích của tốc độ góc và gia tốc góc có giá trị âm.
C. tích của tốc độ góc và gia tốc góc có giá trị dương.
D. tốc độ góc luôn có giá trị âm.

62. Một người đang đứng ở mép của một sàn hình tròn, nằm ngang. Sàn có thể quay trong mặt phẳng nằm ngang quanh một trục thẳng đứng, đi qua tâm sàn.

Bỏ qua các lực cản. Lúc đầu người và sàn đứng yên. Nếu người ấy chạy quanh mép sàn theo một chiều thì sàn

A. quay cùng chiều chuyển động của người rồi sau đó quay ngược lại.

B. quay cùng chiều chuyển động của người.

C. quay ngược chiều chuyển động của người.

D. vẫn đứng yên vì khối lượng của sàn lớn hơn khối lượng của người.

63. Một con lắc vật lí là một thanh mảnh, hình trụ, đồng chất, khối lượng m, chiều dài l, dao động điều hòa (trong một mặt phẳng thẳng đứng) quanh một trục cố định nằm ngang đi qua một đầu thanh. Biết momen quán tính của thanh đối với trục quay đã cho là $I = \frac{1}{3}ml^2$. Tại nơi có gia tốc trọng trường g, dao động của con lắc này có tần số góc là

A. $\omega = \sqrt{\frac{2g}{3l}}$. B. $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$. C. $\omega = \sqrt{\frac{3g}{2l}}$. D. $\omega = \sqrt{\frac{g}{3l}}$.

64. Một bánh xe có momen quán tính đối với trục quay cố định là **6** $kg.m^2$ đang đứng yên thì chịu tác dụng của một momen lực 30 N.m đối với trục quay. Bỏ qua mọi lực cản. Sau bao lâu, kể từ khi bắt đầu quay, bánh xe đạt tới tốc độ góc 100 rad/s ?

A. 15 s. B. 12 s. C. 30 s. D. 20 s.

65. Một vật rắn đang quay quanh một trục cố định xuyên qua vật. Các điểm trên vật rắn (không thuộc trục quay)

A. ở cùng một thời điểm, không cùng gia tốc góc.

B. quay được những góc không bằng nhau trong cùng một khoảng thời gian.

C. ở cùng một thời điểm, có cùng tốc độ góc.

D. ở cùng một thời điểm, có cùng vận tốc dài.

66. Phát biểu nào **sai** khi nói về momen quán tính của một vật rắn đối với một trục quay xác định ?

A. Momen quán tính của một vật rắn có thể âm, có thể dương tùy thuộc vào chiều quay của vật.

B. Momen quán tính của một vật rắn phụ thuộc vào vị trí trục quay.

C. Momen quán tính của một vật rắn đặc trưng cho mức quán tính của vật rắn trong chuyển động quay.

D. Momen quán tính của một vật rắn luôn luôn dương.

67. Momen lực tác dụng lên vật rắn có trục quay cố định có giá trị

A. bằng 0 thì vật đứng yên hoặc quay đều.

B. không đổi và khác 0 thì vật luôn quay đều.

C. dương thì luôn làm vật quay nhanh dần.

D. âm thì luôn làm vật quay chậm dần.

68. Một bàn tròn phẳng, nằm ngang, bán kính 0,5 m có trục quay cố định thẳng đứng đi qua tâm bàn. Momen quán tính của bàn đối với trục quay này là $2\,kg.m^2$. Bàn đang quay đều với tốc độ góc 2,05 rad/s thì người ta đặt nhẹ một vật nhỏ khối lượng 0,2 kg vào mép bàn và vật được đính chặt vào đó. Bỏ qua ma sát ở trục quay và sức cản của môi trường. Tốc độ góc của hệ vật và bàn bằng

A. 0,25 rad/s. B. 1 rad/s. C. 2,05 rad/s. D. 2 rad/s.

69. Một ròng rọc có trục quay nằm ngang cố định, bán kính R, khối lượng m. Một sợi dây không dãn có khối lượng không đáng kể, một đầu quấn quanh ròng rọc, đầu còn lại treo một vật khối lượng cũng bằng m. Biết dây không trượt trên ròng rọc. Bỏ qua ma sát của ròng rọc với trục quay và sức cản của môi trường. Cho momen quán tính của ròng rọc với trục quay là $\frac{mR^2}{2}$ và gia tốc rơi tự do là g. Gia tốc chuyển động của vật m bằng

A. $\frac{g}{3}$. B. $\frac{g}{2}$. C. g. D. $\frac{2g}{3}$.

70. Một thanh mảnh đồng chất tiết diện đều, khối lượng m, chiều dài l, có thể quay quanh trục nằm ngang đi qua một đầu thanh và vuông góc với thanh. Bỏ qua ma sát ở trục quay và sức cản của môi trường. Cho momen quán tính của thanh với trục quay là $I = \frac{1}{3}ml^2$ và gia tốc rơi tự do là g. Nếu thanh được thả không vận tốc đầu từ vị trí nằm ngang thì khi tới vị trí thẳng đứng thanh có tốc độ góc ω bằng

A. $\sqrt{\frac{2g}{3l}}$. B. $\sqrt{\frac{3g}{l}}$. C. $\sqrt{\frac{3g}{2l}}$. D. $\sqrt{\frac{g}{3l}}$.

71. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về ngẫu lực ?

A. Momen của ngẫu lực không có tác dụng làm biến đổi tốc độ góc của vật.

B. Hai lực của một ngẫu lực không cân bằng nhau.

C. Đối với vật rắn không có trục quay cố định, ngẫu lực không làm quay vật.

D. Hợp lực của một ngẫu lực có giá đi qua khối tâm của vật.

72. Một vật rắn quay quanh một trục cố định đi qua vật có phương trình chuyển động $\varphi = 10 + t^2$ (φ tính bằng rad, t tính bằng giây). Tốc độ góc và góc quay mà vật quay được sau thời gian 5 s kể từ thời điểm t = 0 lần lượt là

A. 10 rad/s và 25 rad. B. 5 rad/s và 25 rad.

C. 10 rad/s và 35 rad. D. 5 rad/s và 35 rad.

73. Một đĩa phẳng đang quay quanh trục cố định đi qua tâm và vuông góc với mặt phẳng đĩa với tốc độ góc không đổi. Một điểm bất kì nằm trên mép đĩa

A. không có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến.

B. chỉ có cả gia tốc hướng tâm mà không có gia tốc tiếp tuyến.

C. chỉ có cả gia tốc tiếp tuyến mà không có gia tốc hướng tâm.

D. có cả gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến.

74. Một vật rắn quay chậm dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật. Tại một điểm xác định trên vật cách trục quay một khoảng r khác 0 thì đại lượng nào sau đây **không** phụ thuộc r ?

A. Vận tốc dài.
B. Gia tốc tiếp tuyến.
C. Tốc độ góc.
D. Gia tốc hướng tâm.

75. Một bánh xe bắt đầu quay nhanh dần đều quanh một trục cố định của nó. Sau 10 s kể từ lúc bắt đầu quay, tốc độ góc bằng 20 rad/s. Tốc độ góc của bánh xe sau 15 s kể từ lúc bắt đầu quay bằng

A. 10 rad/s. B. 30 rad/s. C. 15 rad/s. D. 20 rad/s.

76. Một vật rắn đang quay nhanh dần đều quanh một trục cố định xuyên qua vật. Một điểm trên vật rắn không nằm trên trục quay có

A. gia tốc tiếp tuyến tăng dần, gia tốc hướng tâm giảm dần.
B. gia tốc tiếp tuyến hướng vào tâm quỹ đạo.
C. gia tốc tiếp tuyến cùng chiều với chiều quay của vật rắn ở mỗi thời điểm.
D. độ lớn của gia tốc tiếp tuyến luôn lớn hơn độ lớn của gia tốc hướng tâm.

ĐÁP ÁN

1D	2B	3A	4A	5B	6B	7A	8C	9A	10C
11B	12B	13C	14C	15D	16C	17D	18C	19B	20B
21C	22B	23B	24C	25A	26C	27C	28C	29A	30A
31A	32B	33C	34A	35B	36B	37A	38C	39B	40A
41C	42B	43D	44A	45A	46A	47C	48C	49A	50B
51C	52A	53C	54C	55A	56B	57D	58B	59B	60A
61B	62C	63C	64D	65C	66A	67A	68D	69D	70B
71B	72A	73B	74C	75B	76C				

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

2. Chọn B. Vật rắn quay nhanh dần đều khi tốc độ góc và gia tốc góc cùng dấu, tức là : $\omega.\gamma > 0$. Chỉ có B thỏa mãn.

3. Chọn A. Kim phút quay 1 vòng ($\varphi = 2\pi$) hết 1h.
Kim giờ quay 1 vòng ($\varphi = 2\pi$) hết 12h.
Vậy, tốc độ góc của kim phút bằng 12 lần tốc độ góc của kim giờ.

4. Chọn A. Vận tốc dài đầu kim phút : $v_p = \omega_p.r_p$. Vận tốc dài đầu kim giờ : $v_h = \omega_h.r_h$. Từ đó, suy ra : $\frac{v_p}{v_h} = \frac{\omega_p.r_p}{\omega_h.r_h} = \frac{\omega_p}{\omega_h}.\frac{r_p}{r_h} = 12.\frac{3}{2} = 18$.
Vận tốc dài đầu kim phút bằng 18 lần vận tốc dài đầu kim giờ.

5. Chọn B. Khi vật rắn quay quanh trục, khoảng cách từ một điểm tới trục là không đổi. Nghĩa là điểm đó quay trên đường tròn nhận trục quay làm trục.

6. Chọn B. Ta có : $v = \omega r$. Vật rắn quay có gia tốc tức là ω thay đổi. Do đó, v thay đổi về độ lớn (còn hướng là hiển nhiên thay đổi).

7. Chọn A. Góc quay : $\varphi = \varphi_0 + \omega.t$.

8. Chọn C. Tốc độ góc : $\omega = \omega_0 + \gamma.t = \gamma.t$

Góc quay : $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma.t^2 = \frac{1}{2}\gamma.t^2$

Suy ra góc quay tỉ lệ với bình phương thời gian quay.

9. Chọn A. Gia tốc góc của bánh xe : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{20}{5} = 4\ (rad/s^2)$.

Góc quay của van (và cả bánh xe) : $\varphi = \frac{1}{2}\gamma.t^2 = \frac{1}{2}.4.5^2 = 50(rad)$.

10. Chọn C. Tốc độ góc của chuyển động quay nhanh dần đều :

$$\omega = \omega_0 + \gamma.t = 5 + 5.10 = 55\ (rad/s).$$

11. Chọn B. Góc quay : $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma.t^2 = 0 + 5.10 + \frac{1}{2}.5.10^2 = 300\ (rad)$.

12. Chọn B. Tốc độ góc gấp 10 lần ω_0, nghĩa là độ biến thiên vận tốc $\Delta\omega = 9\omega_0$.

Ta có : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\omega}{\gamma} = \frac{9.5}{5} = 9\ (s)$.

13. Chọn C. Phương trình chuyển động quay : $\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma.t^2 = 5t + 2,5t^2$.

14. Chọn C. Vận tốc dài giảm một nửa thì tốc độ góc cũng giảm 1 nửa.

Do đó : $$\Delta t = \frac{\Delta\omega}{\gamma} = \frac{\frac{1}{2}.60 - 60}{-2,5} = 12\ (s).$$

15. Chọn D. Bánh xe dừng lại : $\omega = 0 \Rightarrow \Delta\omega = -\omega_0$.

Thời gian để bánh xe dừng lại : $\Delta t = \frac{\Delta\omega}{\gamma} = -\frac{60}{-2,5} = 24\ (s)$.

16. Chọn C. Góc quay : $\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\gamma.t^2 = 60.24 + \frac{1}{2}(-2,5).24^2 = 720(rad)$.

Hoặc : $\omega_1^2 - \omega_0^2 = 2\gamma.\varphi \Rightarrow \varphi = -\frac{\omega_0^2}{2\gamma} = -\frac{60^2}{2(-2,5)} = 720(rad)$.

17. Chọn D. Ta có phương trình : $M = I.\gamma$. Khi I càng lớn thì γ càng nhỏ. Gia tốc góc càng nhỏ thì sự thay đổi của tốc độ góc càng ít.

18. Chọn C. Ta có : $I = m.R^2$. Khi $m' = \frac{1}{2}m$, $R' = 2R$ thì $I' = 2I$.

19. Chọn B. Ở đây momen động lượng của hệ không đổi : $I\omega =$ hằng số.

Momen quán tính phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa vật với trục quay. Khi vật ở xa trục quay, momen quán tính lớn, tốc độ góc nhỏ (quay chậm lại) và ngược lại.

20. Chọn B. Ta có : $\gamma = \frac{M}{I}$. Khi $M =$ hằng số, thì $\gamma =$ hằng số.

21. Chọn C. Ta có : $M = \frac{dL}{dt}$. Khi $M = 0 \Rightarrow L =$ hằng số.

22. Chọn B. Một ngôi sao ở xa các ngôi sao khác nên không có ngoại lực tác dụng vào nó. Momen động lượng là không đổi : $I\omega =$ hằng số.

Momen quán tính của khối cầu $I = \frac{2}{5}mR^2$, khi thể tích co lại thì R giảm nên I giảm. Do đó ω tăng lên.

23. Chọn B. Ta có mối liên hệ $W_đ = \frac{1}{2}I.\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$. Khi momen động lượng không đổi, thể tích co lại thì momen quán tính giảm, do đó động năng của hệ tăng dần.

24. Chọn C. Momen lực : $M = F.d$. Điểm đặt di chuyển vào trục quay, d giảm dần, nên M giảm dần. Nhưng gia tốc góc vẫn không đổi chiều, do đó vật vẫn quay nhanh dần.

Khi $d = 0$ (điểm đặt thuộc trục quay) thì $M = 0 \Rightarrow \gamma = 0$: vật quay đều.

25. Chọn A. Momen quán tính của bánh xe (dạng vành tròn) :

$$I = m.R^2 = 1.(0,5)^2 = 0,25\ (kg.m^2).$$

Momen của ngẫu lực : $M = F.d = F.2R = 5.2.0,5 = 5(N.m)$.

Gia tốc góc của bánh xe : $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{5}{0,25} = 20\ (rad/s^2)$.

26. Chọn C. Momen động lượng : $L = I.\omega = I.\gamma.t = I.\frac{M}{I}.t = M.t$. Suy ra :

$$L = F.2R.t = 5.2.0,5.10 = 50(kg.m^2/s)$$

27. Chọn C. Momen động lượng của hệ bằng tổng các momen động lượng của thanh và hai vật nặng :

$$L = I_t.\omega + 2I.\omega = \frac{1}{12}.m_t.l^2.\omega + 2.m.(\frac{l}{2})^2.\omega$$

$$= \frac{1}{12}.3.1^2.5 + 2.1.(\frac{1}{2})^2.5 = 3,75(kg.m^2/s).$$

28. Chọn C. Momen quán tính của thanh bằng tổng các momen quán tính của thanh và hai vật nặng :

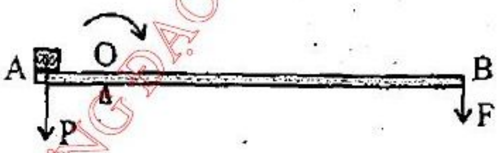
$$I = I_t + 2I = \frac{1}{12}.m_t.l^2 + 2.m.(\frac{l}{2})^2.\omega = \frac{1}{12}.3.1^2 + 2.1.(\frac{1}{2})^2 = 0,75\ (kg.m^2).$$

29. Chọn A. Gia tốc góc mà lực hãm gây ra bằng gia tốc góc hiện thời của bánh xe (nhưng trái dấu). Ta có : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{50}{10} = 5$ (rad/s).

Momen lực hãm : $M = F.R.\cos\alpha = I\gamma$, với $\alpha = (\vec{F}, \vec{R})$. Suy ra :

$$F = \frac{I.\gamma}{R\cos\alpha} \geq \frac{I.\gamma}{R} = \frac{2.5}{0,5} = 20\ (N).$$

30. Chọn A. Để nâng được thùng hàng thì đòn bẩy phải quay theo tác dụng của F , nghĩa là momen của lực $\vec{F}$ gây ra phải lớn hơn momen của trọng lượng thùng hàng gây ra cho thanh :



$$M_F \geq M_P \Rightarrow F.OB \geq P.OA \Rightarrow F \geq \frac{P.OA}{OB} = \frac{2000.0,5}{2,5} = 40(N).$$

31. Chọn A. Momen quán tính của trái đất :

$$I = \frac{2}{5}mR^2 = \frac{2}{5}.\rho.V.R^2 = \frac{2}{5}.\rho.\frac{4}{3}\pi R^3.R^2 = \frac{8}{15}.\pi.\rho.R^5.$$

32. Chọn B. Định luật bảo toàn momen động lượng : $I\omega$ = hằng số, hay $I_1.\omega_1 = I_2.\omega_2$.

33. Chọn C. Ta có : $M = \frac{dL}{dt}$. Khi $M = 0 \Rightarrow \frac{dL}{dt} = 0$.

34. Chọn A. Ta có : $M = I.\varphi \Rightarrow F.R.\cos\alpha = I.\gamma \Rightarrow F = \frac{I.\gamma}{R.\cos\alpha} \geq \frac{I.\gamma}{R}$.

Hay $F \geq \frac{mR^2}{R}.\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 4.0,5.\frac{20}{5} = 8\ (N)$.

35. Chọn B. Momen quán tính của hai bánh xe : $I = 2.5 = 10\ (kg.m^2)$.

Gia tốc góc của các bánh xe : $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{500}{10} = 50\ (rad/s^2)$.

Tốc độ góc sau 10 s : $\omega = \gamma.t = 500$ (rad/s).

36. Chọn B. Ta có : $L = I.\omega = I.\gamma.t = I.\frac{M}{I}.t = M.t = F.R.t$.

37. Chọn A. Ta có : 1 vòng/phút $= \frac{2\pi}{60}$(rad/s).

Gia tốc góc của vòng quay : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{120.\frac{\pi}{30} - 30.\frac{\pi}{30}}{4} = 0,75\pi\ (rad/s^2)$.

Gia tốc tiếp tuyến của ghế ngồi : $a_t = \gamma.r = 0,75\pi.5 = 3,75\pi$ (m/s^2).

38. Chọn C. $a_{ht} = \omega^2 r = (\gamma.t)^2.r = (0,75\pi.2)^2.5 = 112,5$ (m/s^2).

40. Chọn A. Ta có : $L = I\omega = I(\gamma t)$.

41. Chọn C. Ta có : $L = I\omega = I.\sqrt{2\gamma\varphi}$, $(\omega_t^2 - \omega_0^2 = 2\gamma\varphi)$.

42. Chọn B. Momen động lượng không đổi, vật nặng lại gần thanh nên I giảm. Do đó ω tăng.

43. Chọn D. Theo câu 3 : $L = I\sqrt{2\gamma\varphi}$.

Ta có : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{60}{60} = 1$ (rad/s^2) $\Rightarrow L = 20$ kg.m^2/s.

44. Chọn A. Sau 1 phút quạt quay đều, nên tốc độ góc sau 2 phút bằng tốc độ góc sau 1 phút. Ta có : $\omega = \gamma.t = 0,5.60 = 30$ rad/s ; $L = I.\omega = 60$ kg.m^2/s.

45. Chọn A. Khối lượng đạn rất nhỏ, nên momen quán tính rất nhỏ. Ta có :

$$I_h = I_t = \frac{1}{3}Ml^2 = 12 \text{ kg.m}^2.$$

Momen động lượng bảo toàn :

$$L_t = L_s \Rightarrow m.v.l = I.\omega \Rightarrow \omega = \frac{mvl}{I} = \frac{0,04.400.3}{12} = 4 \text{ (rad/s)}.$$

46. Chọn A. Ta có : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}(k.mR^2)\omega^2$, với k là hệ số tỉ lệ.

Khi $m' = 2m$, $\omega' = \frac{\omega}{2}$ thì $W_d' = \frac{1}{2}I'\omega'^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}(k.m.R^2)\omega^2 = \frac{W_d}{2}$.

47. Chọn C. Ta có : $L = I\omega$ và $W_d = \frac{1}{2}I.\omega^2$. Từ đó, suy ra : $L = \frac{2W_d}{\omega}$.

48. Chọn C. Ta có : $W_d = \frac{1}{2}I.\omega^2 = \frac{(I.\omega)^2}{2I} = \frac{L^2}{2I}$.

49. Chọn A. Tốc độ góc : $\omega = \frac{600.2\pi}{60} = 20\pi$ (rad/s).

Động năng quay : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}5.10^{-3}.(20\pi)^2 = 10$ (J).

50. Chọn B. Ta có : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2$ = là hằng số $\Rightarrow \omega$ = hằng số $\Rightarrow \gamma = 0 \Rightarrow M = 0$.

51. Chọn C. Động năng quay : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I(\gamma t)^2$.

52. Chọn A. Ta có : $W_d = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I\gamma^2 t^2 = \frac{1}{2}.\frac{M^2}{I}.t^2 = \frac{1}{2}.\frac{30^2}{2}.10^2 = 22\,500$ (J).

53. Chọn C. Động năng $W_đ = \frac{1}{2}.I.\omega^2$ giảm đi $\frac{3}{4}$, còn lại $\frac{1}{4}$. Do đó, tốc độ còn lại $\frac{1}{2}$. Thời gian cần thiết là : $\Delta t = \frac{\Delta\omega}{\gamma} = \frac{\frac{1}{2}\omega - \omega}{\lambda} = -\frac{\omega}{2\gamma} = -\frac{40}{2.(-5)} = 4$ (s).

54. Chọn C. Theo câu 5, ta có : $L = \sqrt{2W_đ.I} = \sqrt{2.10^4.200} = 2.10^3$ (kg.m²/s).

55. Chọn A. Khi $M = 0 \Rightarrow L =$ hằng số. Momen quán tính I không thay đổi, nên tốc độ góc cũng không thay đổi. Dó đó, vật rắn quay đều.

56. Chọn B. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản thì momen lực tác dụng vào người bằng 0, momen động lượng được bảo toàn. Mặt khác, khi khép tay lại, khối lượng của người sẽ phân bố gần thân người (trục quay) hơn, nghĩa là momen quán tính giảm đi. Do đó, người sẽ quay nhanh hơn.

57. Chọn D. Áp dụng hệ thức hợp lực song song, ta có : $T = \frac{mg}{2} = 5$ (N).

58. Chọn B.

59. Chọn B. Vật bắt đầu quay từ vận tốc đầu bằng 0, góc quay sau thời gian t bằng : $\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2$. Suy ra : $\gamma = \frac{2\varphi}{t^2} = \frac{2.25}{5^2} = 2$ (rad/s²). Do đó, tốc độ góc sau 5 s bằng : $\omega = \gamma t = 2.5 = 10$ (rad/s).

Hoặc, vật bắt đầu quay từ vận tốc đầu bằng 0, góc quay sau thời gian t bằng : $\varphi = \frac{1}{2}\gamma t^2$. Tốc độ góc ở cùng thời điểm $\omega = \gamma t$.

Suy ra : $$\omega = \gamma t = \frac{2\varphi}{t} = \frac{2.25}{5} = 10 \text{ (rad/s)}.$$

60. Chọn A. Momen quán tính của chất điểm A đối với trục quay :

$$I_A = m_A.r_A^2 = m.\left(\frac{l}{2}\right)^2.$$

Momen quán tính của chất điểm B đối với trục quay :

$$I_B = m_B.r_B^2 = 3m.\left(\frac{l}{2}\right)^2.$$

Momen quán tính của hệ đối với trục quay : $I = I_A + I_B = ml^2$.

61. Chọn B.

62. Chọn C. Bỏ qua các lực cản thì momen lực tác dụng lên hệ là không đổi và bằng 0, do đó momen động lượng được bảo toàn và bằng 0 (vì ban đầu đứng yên). Vì vậy, khi người chạy quanh mép sàn thì sàn phải quay theo chiều ngược lại để tổng momen động lượng của hệ người và sàn bằng 0.

63. Chọn C. Tần số góc dao động điều hòa của con lắc vật lí :

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} = \sqrt{\frac{mg\frac{l}{2}}{\frac{1}{3}ml^2}} = \sqrt{\frac{3g}{2l}}.$$

64. Chọn D. Gia tốc góc mà bánh xe thu được dưới tác dụng của momen lực bằng : $\gamma = \frac{M}{I} = \frac{30}{6} = 5\ (\text{rad/s}^2)$. Ban đầu bánh xe đứng yên, ta có : $\omega = \gamma t$.

Thời gian cần thiết là : $t = \frac{\omega}{\gamma} = \frac{100}{5} = 20\ (\text{s})$.

65. Chọn C. Các điểm trên vật rắn (không thuộc trục quay) có trục quay cố định có cùng tốc độ góc, cùng góc quay tại cùng một thời điểm.

66. Chọn A. Momen quán tính của một vật rắn luôn luôn dương.

67. Chọn A. Momen lực tác dụng lên vật rắn có trục quay cố định có giá trị bằng 0 thì momen động lượng của vật bằng 0 hoặc không đổi, tốc độ góc bằng 0 hoặc không đổi, nghĩa là vật đứng yên hoặc quay đều.

68. Chọn D. Momen quán tính của vật nhỏ đối với trục quay :

$$I_v = \frac{1}{2}m_v r_v^2 = \frac{1}{2}0,2.(0,5)^2 = 0,05\ (\text{kg.m}^2).$$

Momen quán tính của hệ bàn và vật đối với trục quay sau khi đặt vật :

$$I = I_b + I_v = 2,05\ (\text{kg.m}^2).$$

Momen động lượng bảo toàn, do đó ta có : $I_b.\omega_b = I.\omega$

$$\omega = \frac{I_b.\omega_b}{I} = \frac{2.2,05}{2,05} = 2\ (\text{rad/s}).$$

69. Chọn D. Phương trình định luật II Niu-tơn cho chuyển động của vật :

$$mg - T = m.a.$$

Phương trình cơ bản của chuyển động quay của ròng rọc : $M = I.\gamma$ hay

$$R.T = \frac{1}{2}mR^2.\gamma$$

Vì dây không trượt trên ròng rọc nên ta có : $a = R\gamma$.

Từ các phương trình đó suy ra : $a = \frac{2g}{3}$.

70. Chọn B. Chọn mốc thế năng tại vị trí trọng tâm thanh khi thẳng đứng. Khi bắt đầu thả, tốc độ góc bằng 0, thế năng của thanh :

$$W_t = mgh = mg\frac{l}{2}.$$

Khi thanh thẳng đứng, độ cao của trọng tâm bằng 0, động năng của thanh :

$$W_đ = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{3}ml^2\omega^2.$$

Trong quá trình thanh chuyển động, cơ năng được bảo toàn : $W_t = W_đ$.

Từ đó, suy ra : $\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}}$.

71. Chọn B. Vật rắn dưới tác dụng của ngẫu lực, có thể làm biến đổi tốc độ góc của vật ; ngẫu lực không có hợp lực.

72. Chọn A. Tốc độ góc : $\omega = \varphi' = 2t$, suy ra $\omega_{(t=5)} = 10$ (rad / s).

Góc quay : $\varphi = \varphi_{(t=5)} - \varphi_{(t=0)} = 25$ (rad).

73. Chọn B. Đĩa quay đều nên gia tốc tiếp tuyến bằng 0.

74. Chọn C. Tốc độ góc của mọi điểm trên vật rắn quay đều là như nhau.

75. Chọn B. Gia tốc góc của bánh xe : $\gamma = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2$ (rad/s^2).

Tốc độ góc sau 15 s là : $\omega = \gamma t = 2.15 = 30$ (rad/s).

Hoặc, ta có gia tốc góc không đổi, nên : $\frac{\omega_2 - \omega_0}{t_2 - t_0} = \frac{\omega_1 - \omega_0}{t_1 - t_0}$,

hay $\omega_2 = \frac{\omega_1}{t_1} t_2 (\omega_0 = 0, t_0 = 0)$.

76. Chọn C. Vật quay nhanh dần, gia tốc tiếp tuyến cùng chiều quay của vật, vật quay chậm dần, gia tốc tiếp tuyến ngược chiều quay của vật.

Chương 2.

DAO ĐỘNG CƠ

Chủ đề 1
ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Đại cương về dao động điều hoà

a) Dao động

Dao động là chuyển động trong một vùng không gian giới hạn, lặp đi lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng (VTCB).

VTCB là vị trí ban đầu khi vật đứng yên ở trạng thái tự do.

b) Dao động tuần hoàn

Dao động tuần hoàn là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.

• *Chu kì* (T) của dao động tuần hoàn là khoảng thời gian ngắn nhất để vật lặp lại trạng thái dao động. Đơn vị chu kì là giây (s).

• *Tần số* (f) của dao động tuần hoàn là số chu kì dao động thực hiện trong một đơn vị thời gian. Đơn vị tần số là héc (Hz).

c) Dao động điều hoà

Dao động điều hoà (DĐĐH) là một dao động mà li độ biến thiên theo thời gian được mô tả bằng định luật dạng cosin (hoặc sin) :

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \text{ hoặc } x = A\sin(\omega t + \varphi),$$

trong đó A, ω và φ là những hằng số ; A (m hoặc cm) là biên độ, ω (rad/s) là tần số góc, $(\omega t + \varphi)$ (rad) là pha dao động, φ (rad) là pha ban đầu.

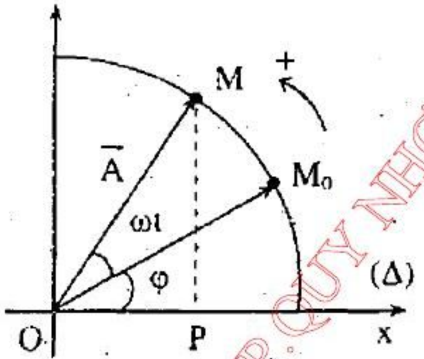
Li độ của dao động là độ lệch của vật khỏi VTCB.

• *Chu kì dao động* : $T = \frac{2\pi}{\omega}$, đơn vị của T là giây (s).

• *Tần số dao động* : $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$, đơn vị của f là Héc (Hz).

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

2. Khảo sát dao động điều hoà



a) Chuyển động tròn đều và dao động điều hoà

Một dao động điều hoà (DĐĐH) có thể được coi như hình chiếu của một chuyển động tròn đều xuống một đường thẳng, đi qua tâm, nằm trong mặt phẳng quỹ đạo.

Xét điểm M chuyển động đều trên một đường tròn tâm O bán kính R = A (hình vẽ). Hình chiếu của nó trên trục (Δ) có phương trình :

$$x = OM\cos(\omega t + \varphi) \text{ hay } x = A\cos(\omega t + \varphi).$$

Biên độ dao động A và pha ban đầu φ phụ thuộc vào cách kích thích ban đầu và cách chọn gốc thời gian.

b) Lực hồi phục

Một vật khối lượng m, mỗi khi dịch chuyển khỏi VTCB O một đoạn x, chịu tác dụng của một lực $\vec{F} = -k\vec{x}$, hay dưới dạng đại số $F = -kx$ (k là hệ số tỉ lệ), thì vật ấy sẽ dao động điều hoà quanh O với tần số góc. $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Lực phục hồi là lực có xu hướng đưa vật về VTCB. Tại VTCB : $\vec{F} = 0$.

c) Dao động tự do

Dao động tự do là dao động mà chu kì chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ mà không phụ thuộc vào các yếu tố bên ngoài.

Một hệ có khả năng thực hiện dao động tự do, gọi là hệ dao động. Sau khi kích thích, hệ dao động sẽ tự nó thực hiện dao động theo chu kì riêng của nó.

d) Vận tốc và gia tốc trong dao động điều hoà

- *Vận tốc* : $v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$, $v_{max} = \omega A$.
- *Gia tốc* : $a = x'' = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$, $a_{max} = \omega^2 A$.
- *Công thức độc lập* : $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}$.

3. Năng lượng trong dao động điều hoà

- *Động năng* : $W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2A^2\frac{1 - \cos(2\omega t + 2\varphi)}{2}.$$

- *Thế năng* : $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi)$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2A^2\frac{1 + \cos(2\omega t + 2\varphi)}{2}, \text{ với } k = m\omega^2.$$

- *Cơ năng* : $W = W_đ + W_t = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega A^2 = W_{đ\max} = W_{t\max}$ = hằng số.

Động năng và thế năng dao động điều hoà với tần số góc $\omega' = 2\omega$ hay với chu kì $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{1}{2}.\frac{2\pi}{\omega} = \frac{T}{2}$.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. XÁC ĐỊNH CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Phương pháp giải

1. *Nếu đề bài cho phương trình dao động thì đồng nhất phương trình cho trong đề bài với phương trình tổng quát để xác định các đại lượng tương ứng.*
2. *Từ các dữ liệu cho trong đề bài, thế vào các phương trình dao động điều hoà để tìm đại lượng cần tính.*
3. *Chú ý : Có thể vận dụng định luật bảo toàn cơ năng để xác định các đại lượng của dao động điều hoà*
4. *Sử dụng giả thiết đề bài về tính chất của vật dao động để suy ra chu kì (hay tần số) dao động, từ đó suy ra* ω *.*

Ví dụ 1. Một con lắc lò xo dao động điều hoà trên một đoạn thẳng BB′ dài 20 cm, người ta quan sát thấy thời gian giữa 21 lần quả nặng đi qua vị trí B là 20 s. Xác định biên độ, phương trình dao động và tìm giá trị vận tốc lớn nhất của vật nặng.

Giải

Giới hạn đoạn thẳng BB′ bằng 2 lần biên độ : $A = \frac{1}{2}BB' = 10$ cm.

Con lắc đi qua biên B 21 lần, nghĩa là nó thực hiện được 20 dao động, chu kì dao động là : $T = \frac{t}{n} = 2$ s. Suy ra tần số góc của dao động là : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ (rad/s).

Phương trình biên độ dao động : $x = 10\cos(\pi t + \varphi)$ (cm).

Vận tốc cực đại : $v_{max} = \omega.A = 10\pi$ (cm/s).

Ví dụ 2. Người ta treo một vật nặng vào một lò xo thẳng đứng, có chiều dài 50 cm thì thấy lò xo dãn ra 10 cm. Trong quá trình quả nặng dao động, chiều dài con lắc ngắn nhất bằng 45 cm. Xác định chu kì, biên độ và vận tốc cực đại của dao động. Biết g =10 m/s^2.

Giải

Tại VTCB, lực đàn hồi cân bằng với trọng lực của vật nặng, ta có :

$$k.\Delta l_0 = m.g \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{\Delta l_0}.$$

Chu kì dao động : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l_0}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,1}{10}} = 0,1\pi \approx \underline{0,314}$ (s). $\frac{T}{5}$

Tại VTCB, chiều dài lò xo là : 50 + 10 = 60 (cm).

Vị trí lò xo ngắn nhất là một trong hai vị trí biên của dao động, ở vị trí này lò xo có chiều dài là 45 cm. Độ lệch so với VTCB là : 60 – 45 = 15 (cm) = A.

Vận tốc cực đại của dao động : $v_{max} = \omega.A = \frac{2\pi}{T}A = \frac{2\pi}{\underset{5}{\cancel{0,1\pi}}}.15 = 300$ (cm/s). 150

Ví dụ 3. Cho biết phương trình dao động của một vật có dạng :

$$x = 1 + 2\cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right)\text{(cm)}.$$

a) Chứng minh rằng dao động của vật là điều hoà.

Giải

Xét phương trình : $x = 1 + 2\cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Suy ra : $x - 1 = 2\cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Đặt $X = x - 1$, ta suy ra : $X = 2\cos\left(20t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Đây là phương trình của dao động điều hoà. Vậy, dao động của vật là dao động điều hoà.

Chú ý. Có thể làm cách khác như sau : Tính x'' rồi thế x và x'' vào phương trình $x'' + \omega^2 x = 0$, nếu thoả mãn thì kết luận dao động của vật là dao động điều hoà.

Dạng 2. VIẾT PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Phương pháp giải

Giả sử phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Đề bài yêu cầu viết phương trình dao động, tức là ta cần phải tìm các đại lượng A, ω, φ *:*

- *Dựa vào tính chất của dao động (*k, m, f, Δl, g, ...*) để tìm* ω.
- *Biên độ dao động được tìm như sau :*

$$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}\ ;\ A = \frac{v_{max}}{\omega}\ ;\ A = \frac{a_{max}}{\omega^2}\ ;\ A = \sqrt{\frac{2W}{k}}\ ;$$

$A = \frac{MN}{2}$, *với MN là chiều dài quỹ đạo.*

- *Dựa vào cách chọn thời điểm ban đầu* ($t = 0$) *để tìm* φ.

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, *thì* $x = x_0$, $v = v_0$. *Từ đó, suy ra :*

$$\begin{cases} x = A\cos\varphi = x_0 \\ v = -A\sin\varphi = v_0 \end{cases} \Rightarrow \varphi,\ A.$$

Ví dụ 1. Một vật thực hiện dao động điều hoà. Biết tại vị trí có li độ x = 3 cm, vật có vận tốc 80 cm/s và tại vị trí li độ x = 4 cm, vật có vận tốc 60 cm/s. Chọn gốc thời gian khi vật đi qua VTCB theo chiều âm. Viết phương trình dao động của vật.

Giải

Biên độ dao động không đổi và ta có :

$$A^2 = x_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2} = x_2^2 + \frac{v_2^2}{\omega^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{x_2^2 - x_1^2} = \frac{80^2 - 60^2}{4^2 - 3^2} = 400 \Rightarrow \omega = 20\ \text{rad/s}.$$

Biên độ : $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{3^2 + \frac{80^2}{20}} = 5\ \text{(cm)}.$

Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Tại $t = 0$ thì $x = 0$ và $v < 0$. Từ đó, suy ra : $\begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ \omega A\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \pi.$

Phương trình dao động là : $x = 5\cos(20t + \pi)$ (cm).

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Tại VTCB, vật nặng làm lò xo dãn một đoạn 10 cm. Tỉ số của lực đàn hồi khi lò xo ngắn nhất và khi lò xo dài nhất là 1 : 3. Chọn gốc thời gian lúc vật ở vị trí biên, về phía chiều âm của trục toạ độ. Viết phương trình dao động của nó. Biết $g = 10\ \text{m/s}^2$.

Giải

Độ dãn của lò xo khi ở VTCB là : $\Delta l_0 = 10$ cm.

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10\ \text{(rad/s)}.$

Khi lò xo dài nhất, độ biến dạng của lò xo (dãn) là : $\Delta l_0 + A$.

Khi lò xo ngắn nhất, độ biến dạng của lò xo (nén) là : $|\Delta l_0 - A|$.

Ta có : $$\frac{F_{đh\,ng}}{F_{đh\,d}} = \frac{k.|\Delta l_0 - A|}{k(\Delta l_0 + A)} = \frac{1}{3}.$$

- ***Trường hợp 1.*** Lò xo luôn bị dãn. Ta có :

$$\Delta l_0 > A \Rightarrow \frac{\Delta l_0 - A}{\Delta l_0 + A} = \frac{1}{3} \Rightarrow A = \frac{1}{2}\Delta l_0 = 5\text{ cm}.$$

- ***Trường hợp 2.*** Lò xo có thể dãn hoặc nén khi dao động. Ta có :

$$\Delta l_0 < A \Rightarrow \frac{A - \Delta l_0}{\Delta l_0 + A} = \frac{1}{3} \Rightarrow A = 2\Delta l_0 = 20\text{ cm}.$$

Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Tại $t = 0$ thì $x = -A$ và $v = 0$. Từ đó, suy ra : $\begin{cases} A\cos\varphi = -A \\ -\omega A\sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}.$

- Trường hợp lò xo luôn dãn : $x = 5\sin\left(10t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

- Trường hợp lò xo có nén : $x = 20\sin\left(10t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Ví dụ 3. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm vật nhỏ có khối lượng $m = 250$ g và một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 100$ N/m. Kéo vật m xuống dưới theo phương thẳng đứng đến vị trí lò xo dãn 7,5 cm rồi thả nhẹ. Chọn gốc toạ độ ở vị trí cân bằng của vật, trục toạ độ thẳng đứng, chiều dương hướng lên trên, chọn gốc thời gian là lúc thả vật. Cho $g = 10\text{ m/s}^2$. Coi vật dao động điều hoà, viết phương trình dao động và tìm thời gian từ lúc thả vật đến thời điểm vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng lần thứ nhất.

(Trích đề thi Đại học, Cao đẳng năm 2002)

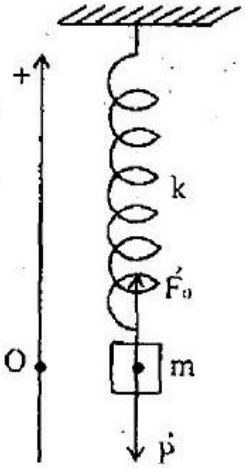
Giải

Vật m chịu hai lực tác dụng : trọng lực $\vec{P}$ và lực đàn hồi của lò xo.
Ở VTCB lò xo dãn Δl, ta có phương trình :
$P = F_0 \Leftrightarrow mg = k\Delta l$, suy ra :

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{0,25.10}{100} = 0,025\text{ (m)} = 2,5\text{ (cm)}.$$

Phương trình dao động có dạng : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{100}{0,25}} = 20$ (rad/s).



Ở thời điểm thả vật thì lò xo dãn 7,5 cm, tức là cách VTCB một đoạn là $7,5 - 2,5 = 5$ (cm) và nằm về phía âm của trục toạ độ, do đó ở thời điểm $t = 0$ thì $x = -5$ cm và $v = 0$.

Từ đó, suy ra : $\begin{cases} x = A\cos\varphi = -5 \\ v = -A\sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \pi$ và $A = 5$ cm.

Vậy, phương trình dao động của vật là : $x = 5\cos(20t - \pi)$ (cm).

Các thời điểm vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng (vật có li độ $x = 2,5$ cm) là nghiệm của phương trình :

$$5\sin\left(20t - \frac{\pi}{2}\right) = 2,5 \Leftrightarrow \sin\left(20t - \frac{\pi}{2}\right) = 0,5$$

Suy ra : $$\left[\begin{array}{l} 20t_1 - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} + 2k_1\pi \\ 20t_2 - \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} + 2k_2\pi \end{array}\right. \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} t_1 = \frac{\pi}{30} + \frac{k_1\pi}{10}\ (s) \\ t_2 = \frac{\pi}{15} + \frac{k_2\pi}{10}\ (s) \end{array}\right.$$

với $k_1, k_2 = 0, 1, 2, ...$(do $t > 0$).

Lần đầu tiên vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng ứng với giá trị nhỏ nhất của t, tức là : $t_{min} = \frac{\pi}{30}$ s.

Dạng 3. XÁC ĐỊNH QUÃNG ĐƯỜNG ĐI ĐƯỢC TRONG THỜI GIAN t

Phương pháp giải

1. *Trong một chu kì T, vật dao động điều hoà đi được quãng đường là 4A.*
2. *Nếu khoảng thời gian đề bài cho $t = nT$ (tính từ lúc vật bắt đầu dao động), thì quãng đường vật đi được sẽ là $s = n.4A$.*
3. *Nếu khoảng thời gian đề bài cho $t = nT + t_1$ (tính từ lúc vật bắt đầu dao động), thì thay t vào phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ để tìm toạ độ của vật tương ứng, so với vị trí ban đầu ta sẽ tìm được quãng đường tương ứng s_1. Khi đó, quãng đường vật đi được sẽ là $s = n.4A + s_1$.*

   Ngoài ra, ta có thể giải bằng phương pháp vectơ quay, bằng việc tìm toạ độ x_1, x_2 ứng với hai thời điểm t_1, t_2. Sau đó, tính góc quay α và sử dụng vectơ quay để xác định quãng đường đi.

Ví dụ 1. Một vật nặng dao động với phương trình $x = 10\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Tìm quãng đường mà vật đi được kể từ sau khi vật rời vị trí biên dương (phía chiều dương của trục Ox) đến thời điểm $t = 1,78$ s.

Giải

Ta có : $$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2 \text{ s} \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{1,78}{0,2} = 8,9 = 8 + \frac{1}{2} + \frac{2}{5}.$$

Sau $8\frac{1}{2}$ chu kì, vật nặng đi được quãng đường : $s_1 = 8\frac{1}{2}.4A = 340$ (cm) và đến vị trí biên âm (phía chiều âm của trục Ox).

Sau một số nguyên lần nửa chu kì, quả nặng có cùng li độ nhưng trái dấu.

Tại thời điểm t = 1,78 s (sau $\frac{2}{5}T = 0,08$ s từ vị trí $x = -10$), vật có li độ :

$$x = 10\cos\left(10\pi.1,78 + \frac{\pi}{2}\right) \approx 5,88\ (\text{cm}).$$

Quãng đường đi được trong thời gian này là :

$$s_2 = A + x = 10 + 5,88 = 15,88\ (\text{cm}).$$

Vậy, tổng quãng đường mà vật đi được là :

$$s = s_1 + s_2 = 340 + 15,88 = 355,88\ (\text{cm}).$$

Ví dụ 2. Một vật dao động với phương trình $x = 20\cos 20\pi t$ (cm). Tìm quãng đường mà vật đi được trong khoảng thời gian $\frac{334}{120}$s kể từ khi bắt đầu dao động.

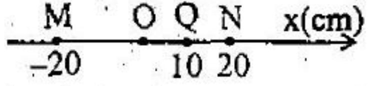
Giải

Chu kì dao động : $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{10}$s. Ta có : $\frac{t}{T} = \frac{334}{12} = 27 + \frac{5}{6}$.

Trong 27 chu kì, vật đi được quãng đường : $s_1 = 27.4A = 2\,160$ (cm) và trở lại biên x = A.

Sau thêm $\frac{5}{6}$ chu kì, vật ở vị trí có li độ : $x = 20\cos\left(20\pi.\frac{5}{60}\right) = 10$ (cm).

Nhận thấy $t = \frac{5}{6}T > \frac{1}{2}T$ nên vật phải ở vị trí có li độ $x = 10$ cm và chuyển động theo chiều dương của trục Ox (xem hình vẽ). Nghĩa là đi thêm được quãng đường : $s_2 = NM + MQ = 2A + A + 10 = 70$ (cm).



Vậy, tổng quãng đường vật đi được là : $s = s_1 + s_2 = 2\,230$ (cm).

Dạng 4. XÁC ĐỊNH THỜI GIAN NGẮN NHẤT ĐỂ VẬT ĐI TỪ VỊ TRÍ NÀY ĐẾN VỊ TRÍ KHÁC

Phương pháp giải

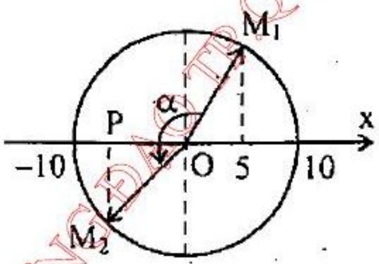
1. *Biểu diễn dao động điều hoà của vật bằng vectơ quay trên đường tròn có bán kính A.*
2. *Dựa trên đường tròn đó xác định góc quay nhỏ nhất* α *để vật đi từ vị trí có toạ độ* x_1 *đến vị trí có toạ độ* x_2, *từ đó tìm thời gian ngắn nhất* t *bằng công thức :* $\alpha = \omega t$.

   Lưu ý rằng, trong mỗi chu kì, con lắc đi qua vị trí có li độ x_0 *hai lần : một lần theo chiều dương* (+) *và một lần theo chiều âm* (−) *của trục toạ độ.*

Ví dụ 1. Một vật dao động với phương trình : $x = 10\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Xác định thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí ban đầu đến vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm, theo chiều dương của trục Ox.

Giải



Tại vị trí ban đầu, vật có li độ $x = 5$ cm và bắt đầu chuyển động theo chiều âm (do $v(0) < 0$) của trục Ox, được biểu diễn bởi $\overline{OM_1}$ hợp với Ox một góc $\frac{\pi}{3}$. Vật đi qua vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm theo chiều dương (lần thứ nhất), được biểu diễn bởi $\overline{OM_2}$ (xem hình vẽ). Ta có :

$$\cos\widehat{POM_2} = \frac{OP}{OM_2} = \frac{5\sqrt{2}}{10} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \widehat{POM_2} = \frac{\pi}{4}.$$

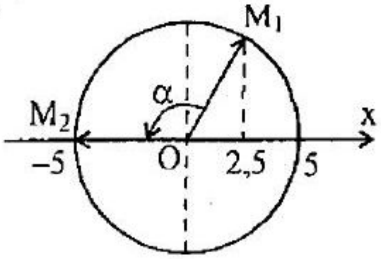
Vectơ quay cần phải quay cung nhỏ M_1M_2, tức là cần quay góc :

$$\alpha = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = \frac{165\pi}{180} \text{ (rad).}$$

Vậy, thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí ban đầu đến vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm, theo chiều dương của trục Ox là : $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{165\pi}{180}}{20\pi} = \frac{33}{720}$ (s).

Ví dụ 2. Một lò xo có chiều dài tự nhiên là 30 cm, treo vật nặng m vào thì thấy lò xo dài 32,5 cm khi vật nặng đứng yên. Kích thích và vật nặng dao động theo phương trình : $x = 5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Tìm thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí lò xo không dãn đến vị trí lò xo dãn ra mạnh nhất.

Giải



Vị trí lò xo không dãn là vị trí vật nặng có li độ : $x = \Delta l_0 = 2,5$ cm (chọn chiều dương hướng lên trên) được biểu diễn bởi $\overline{OM_1}$. Vị trí lò xo dãn ra cực đại là vị trí vật nặng có li độ x = A (vị trí thấp nhất), được biểu diễn bởi $\overline{OM_2}$ (xem hình vẽ).

Nhận thấy khoảng thời gian ngắn để vật đi từ vị trí lò xo không dãn đến vị trí lò xo dãn ra mạnh nhất, ứng với vectơ quay quay được một góc : $\alpha = \widehat{M_1OM_2} = \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{3}$. Do đó, thời gian quay :

$$t_{min} = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{2\pi}{3}}{10\pi} = \frac{0,2}{3} \approx 0,067 \text{ (s)}.$$

Dạng 5. SỬ DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG ĐỂ TÌM VẬN TỐC CỦA VẬT DAO ĐỘNG

Phương pháp giải

Theo định luật bảo toàn cơ năng hay công thức độc lập, ta xác định được vận tốc khi vật ở li độ bất kì và vận tốc cực đại :

$$v = \sqrt{\frac{k}{m}(A^2 - x^2)} = \omega\sqrt{A^2 - x^2} \text{ và } v_{max} = A\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega A.$$

Ví dụ 1. Một con lắc dao động điều hoà theo phương ngang. Tại vị trí lò xo có li độ cực đại bằng 10 cm thì lực đàn hồi có giá trị 10 N. Xác định năng lượng dao động của hệ và vận tốc vật tại vị trí có li độ bằng 2,5 cm. Biết m = 100 g.

Giải

Lực đàn hồi của lò xo : $F = k.x = \frac{2}{x}.\frac{1}{2}kx^2 = \frac{2}{x}W_t \Rightarrow W_t = \frac{F.x}{2}$.

Tại vị trí vật có li độ độ cực đại, thế năng của hệ là cực đại, và bằng cơ năng (năng lượng dao động) : $W = W_{t\,max} = \frac{F.x_{max}}{2} = \frac{10.0,1}{2} = 0,5$ (J).

Ta có : $W_t = \frac{1}{2}kx^2$; $W_{tmax} = \frac{1}{2}kA^2$. Từ đó, suy ra : $\frac{W_t}{W_{t\,max}} = \frac{x^2}{A^2}$.

Tại vị trí : x = 2,5 cm, ta có : $\frac{W_t}{W_{t\,max}} = \frac{2,5^2}{10^2} = \frac{1}{16} \Rightarrow W_t = \frac{W_{t\,max}}{16}$.

Theo định luật bảo toàn cơ năng, ta có : $W_t + W_d = W_{t\,max} \Rightarrow W_d = \frac{15}{16}.W_{t\,max}$.

Từ đó : $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{15}{16}W_{t\,max} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{15.0,5}{8.0,1}} = \sqrt{\frac{75}{8}} \approx 3,1$(m/s).

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo dao động điều hoà với chu kì 0,314 s. Tại vị trí x = 10 cm vật có vận tốc 1 m/s. Tìm vận tốc của nó tại vị trí x = 5 cm. Cho $\pi^2 = 10$.

Giải

Ta có : $\omega = \frac{2\pi}{T} = 20$ rad/s. Cơ năng của dao động : $W = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$.

Vì cơ năng không đổi, nên :

$$\frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}kx_2^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow v_2^2 - v_1^2 = \frac{k}{m}(x_1^2 - x_2^2).$$

Từ đó :

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{k}{m}(x_1^2 - x_2^2)} = \sqrt{v_1^2 + \omega^2(x_1^2 - x_2^2)}$$

$$= \sqrt{100^2 + (20)^2(10^2 - 5^2)} = 200\ (\text{cm/s}) = 2\ (\text{m/s}).$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một con lắc lò xo được treo thẳng đứng thì lò xo dãn ra một đoạn 2,5 cm. Người ta kéo vật nặng xuống vị trí mà lò xo dãn 6,5 cm rồi truyền cho nó một vận tốc 0,6 m/s. Chọn trục toạ độ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống dưới, gốc toạ độ tại vị trí cân bằng, $g = 10\ \text{m/s}^2$.

a) Viết phương trình chuyển động của vật nặng.

b) Tìm vận tốc và gia tốc vật nặng tại vị trí lò xo không dãn.

c) Tìm vị trí mà động năng của vật bằng thế năng của lò xo.

Bài 2. Một vật nặng 100 g được mắc vào một lò xo có thể chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo vật m ra khỏi vị trí cân bằng 6 cm rồi truyền cho nó vận tốc 80π cm/s thì thấy nó đi qua VTCB 101 lần trong 10 s.

a) Tìm giá trị cực đại của vận tốc và gia tốc vật nặng.

b) Tìm động năng của vật tại vị trí có li độ $x = 5$ cm.

Bài 3. Một vật nặng dao động điều hoà trên một đoạn thẳng CD dài 15 cm. Trong quá trình dao động, người ta thấy nó đi qua vị trí C 101 lần trong 10 s.

a) Tìm động năng cực đại của vật nặng. Ở vị trí nào thì động năng của vật bằng một nửa giá trị này ?

b) Viết phương trình chuyển động của vật và tìm quãng đường vật nặng đi được trong khoảng thời gian 20,52 s kể từ khi vật bắt đầu dao động.

Bài 4. Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 10\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

a) Tính thời gian ngắn nhất để vật nặng đi từ vị trí có li độ $x = 5$ cm theo chiều dương của trục toạ độ đến vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm theo chiều âm lần thứ hai.

b) Tìm thời gian để vật đi được quãng đường 24,75 m kể từ thời điểm ban đầu.

Bài 5. Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên bằng 50 cm, được đặt trên mặt phẳng nghiêng 30°, không ma sát. Người ta kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một khoảng rồi truyền cho nó một vận tốc và vật dao động điều hoà trên mặt phẳng nghiêng. Trong quá trình vật dao động, lò xo có chiều dài thay đổi từ 40 cm đến 62,5 cm.

a) Viết phương trình dao động của vật.

b) Tìm vận tốc và quãng đường vật đi được sau thời gian 20,25 s kể từ khi nó bắt đầu dao động.

c) Tìm vận tốc của vật tại VTCB và tại vị trí thế năng của lò xo bằng 3 lần động năng của vật nặng.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. Tại VTCB, lò xo dãn 2,5 cm. Khi đó, lực đàn hồi cân bằng với trọng lực, ta có : $P = F_{dh} \Rightarrow m.g = k.\Delta l_0$.

Suy ra : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = \sqrt{\frac{10}{2,5.10^{-2}}} = 20$ (rad/s).

a) Khi kéo vật ra khỏi VTCB, lò xo dãn thêm một đoạn, li độ của vật là :

$$x_0 = \Delta l - \Delta l_0 = 6,5 - 2,5 = 4 \text{ (cm)}.$$

Ta có : $$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2} = \sqrt{4^2 + \left(\frac{60}{20}\right)^2} = 5 \text{ (cm)}.$$

Phương trình dao động tổng quát : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Chọn thời điểm bắt đầu dao động khi vật ở vị trí cao nhất, tức là :

$$t = 0, \begin{cases} x = -A \\ v = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = -A \\ -\omega A\sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \pi.$$

Phương trình : $x = 5\cos(20t + \pi)$ (cm).

b) Tại VTCB, lò xo dãn đoạn : $\Delta l_0 = 2,5$ cm.

Tại vị trí lò xo không dãn $\Delta l = 0$.

Tại vị trí này, li độ của vật : $x = \Delta l - \Delta l_0 = 0 - 2,5 = -2,5$ (cm).

Vận tốc : $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 20\sqrt{5^2 - 2,5^2} = 50\sqrt{3}$ (cm/s).

Gia tốc : $a = \omega^2 x = 20^2.2,5 = 1000 \text{ (cm/s}^2) = 10 \text{ (m/s}^2)$.

c) Ta có : $W_d + W_t = W$. Theo giả thiết thì : $W_d = W_t$. Từ đó, suy ra :

$$W_t = \frac{1}{2}W \Rightarrow \frac{1}{2}k.x^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}k.A^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}} = \pm\frac{5}{\sqrt{2}} \text{ (cm)}.$$

Bài 2. Mỗi dao động toàn phần (mỗi chu kì) vật nặng đi qua VTCB 2 lần. Suy ra, giữa lần thứ 1 và lần thứ 101 vật đi qua VTCB, vật thực hiện được số dao động toàn phần bằng : $n = \frac{101 - 1}{2} = 50$ dao động toàn phần.

Khi đó, chu kì của dao động : $T = \frac{t}{n} = \frac{10}{50} = 0,2$ (s).

a) Vận tốc cực đại của dao động : $v_{max} = \omega A = \dfrac{2\pi}{T}A$.

Gia tốc cực đại của dao động : $a_{max} = \omega^2 A = \left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2 A$.

Biên độ dao động bằng :

$$A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2} = \sqrt{6^2 + \left(\frac{80\pi.0,2}{2\pi}\right)^2} = 10 \text{ (cm)}.$$

Suy ra : $v_{max} = \dfrac{2\pi}{0,2}10 = 100\pi$ (cm/s) ;

$$a_{max} = \left(\frac{2\pi}{0,2}\right)^2 10 = 1\,000\pi^2 (\text{cm/s}^2) = 10\pi^2 (\text{m/s}^2).$$

b) Ta có : $x^2 + \left(\dfrac{v}{\omega}\right)^2$ = hằng số, do đó : $x_1^2 + \left(\dfrac{v_1}{\omega}\right)^2 = x_2^2 + \left(\dfrac{v_2}{\omega}\right)^2$.

Suy ra : $v_2^2 = \omega^2(x_1^2 - x_2^2) + v_1^2$

$$= (10\pi)^2(5^2 - (5\sqrt{3})^2) + (80\pi)^2 = 1400\pi^2 (\text{cm}^2/\text{s}^2).$$

Vậy động năng : $W_đ = \dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}.0,1.0,14\pi^2 = 0,07$ (J).

Bài 3. Biên độ dao động : $A = \dfrac{CD}{2} = 7,5$ (cm). Trong mỗi chu kì, vật nặng đi qua mỗi vị trí biên (C hoặc D) một lần. Vậy, chu kì dao động bằng :

$$T = \frac{t}{n} = \frac{10}{101-1} = 0,1 \text{ (s)}.$$

a) Động năng cực đại của dao động :

$$W_{đ\,max} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}m\omega^2.A^2 = \frac{1}{2}0,1.(20\pi)^2.(7,5.10^{-2})^2 = 1,125(\text{J}).$$

Vị trí động năng bằng một nửa giá trị cực đại : $W_đ = \dfrac{1}{2}W_{đ\,max} = \dfrac{1}{2}W$.

Từ đó, suy ra : $W_t = W - W_đ = \dfrac{1}{2}W \Rightarrow \dfrac{1}{2}k.x^2 = \dfrac{1}{2}.\dfrac{1}{2}k.A^2$.

Vậy, vị trí có li độ : $x = \pm\dfrac{A}{\sqrt{2}} = \pm\dfrac{7,5}{\sqrt{2}}$ (cm).

b) Chọn thời điểm bắt đầu dao động khi vật đi qua VTCB theo chiều dương, tức là : $t = 0, \begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -\omega A\sin\varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{2}$.

Phương trình dao động : $x = 7,5\cos\left(20\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Trong khoảng thời gian một chu kì, vật đi được quãng đường 4A. Do đó :

$$t = 20,52\text{ s} = 205T + 0,02\text{ s}.$$

Vậy, trong 20,5 s (205T), vật đi được quãng đường :

$$s = 4A.n = 4.7,5.205 = 6150\text{ (cm)}.$$

Tại thời điểm : $t = 205T + 0,02$ s vật có li độ :

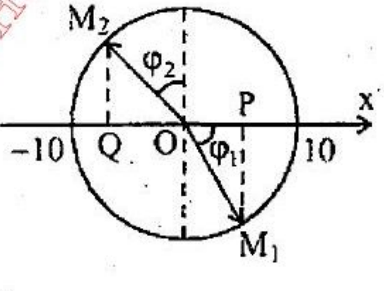
$$x = 7,5\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 7,5\cos\left(20\pi.0,02 - \frac{\pi}{2}\right) \approx 5\text{ (cm)}.$$

Từ VTCB đến vị trí này, do $(\Delta t < \frac{T}{4})$ nên vật chỉ đi qua vị trí này một lần, do đó vật đi được quãng đường : $\Delta s = x = 5$ cm.

Tổng quãng đường đi được là : $s' = s + \Delta s = 6155$ (cm).

- ***Lưu ý.*** Nếu $(\Delta t > \frac{T}{4})$ thì vật sẽ đi qua vị trí này hai lần trong khoảng thời gian này, do đó quãng đường vật đi được sẽ là $\Delta s = 2A - x$.

Bài 4. a) Biểu diễn trên sơ đồ vectơ quay ta thấy : Để vật đi từ vị trí có li độ 5 cm (điểm P) theo chiều dương của trục toạ độ đến vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}$ cm (điểm Q) theo chiều âm lần thứ hai thì vectơ quay phải quay từ vị trí M_1 đến M_2 trên đường tròn (xem hình vẽ).



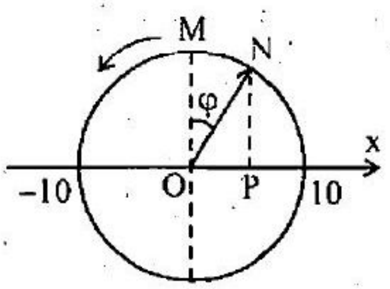
Ta có : $$\cos\varphi_1 = \frac{|x_1|}{A} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{3};$$

$$\sin\varphi_2 = \frac{|x_2|}{A} = \frac{5\sqrt{2}}{10} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\pi}{4}.$$

Góc quay cần thiết : $\varphi = 2\pi + \varphi_1 + \frac{\pi}{2} + \varphi_2 = 2\pi + \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4} = \frac{37\pi}{12}.$

Vậy, thời gian cần thiết bằng : $\Delta t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\frac{37\pi}{12}}{20\pi} \approx 0,154$ (s).

b) Biên độ dao động : A = 10 cm. Tại $t = 0$ thì $x = 0$ và $v = -200\pi\sin\frac{\pi}{2} < 0$, tức tại $t = 0$, vật đi qua VTCB theo chiều âm của trục toạ độ Ox. Trong khoảng thời gian một chu kì vật đi được quãng đường 4A. Do đó, để đi được quãng đường :



$s = 2475\text{ (cm)} = 61.(4A) + 35\text{ (cm)}$

cần khoảng thời gian : $t = 61.T + \Delta t$.

Để đi được quãng đường 35 cm kể từ VTCB O, vật cần phải đi đến vị trí có li độ 5 cm lần thứ hai, tức là vectơ quay phải quay từ M đến N như hình vẽ. Khi đó, vectơ quay được góc : $\alpha = 2\pi - \varphi$.

Ta có : $\sin\varphi = \frac{x_1}{A} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$. Suy ra : $\varphi = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6}$.

Thời gian cần thiết để quay được góc này là : $\Delta t = \frac{\frac{11\pi}{6}}{20\pi} = \frac{11}{120}$ (s).

Vậy, để đi được quãng đường 24,75 m cần thời gian là :

$$t = 61.0,1 + \frac{11}{120} = \frac{743}{120} \approx 6,192\ (s).$$

Bài 5. Biên độ dao động : $A = \frac{l_{max} - l_{min}}{2} = \frac{62,5 - 40}{2} = 11,25$ (cm).

Tại VTCB, lò xo dãn một đoạn :

$$\Delta l = l_{max} - A - l_0 = l_{min} + A - l_0 = 1,25\ (cm).$$

Tại VTCB, lò xo dãn một đoạn Δl, vật đứng yên, do đó ta có :

$$P.\sin\alpha = F_{dh} \Rightarrow mg.\sin\alpha = k.\Delta l.$$

Suy ra : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g.\sin\alpha}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{10.\sin 30^\circ}{1,25}} = 20$ (rad/s).

Chọn thời điểm bắt đầu dao động khi vật đi qua VTCB theo chiều dương, tức là : $t = 0, \begin{cases} x = 0 \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = 0 \\ -\omega A\sin\varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$.

Phương trình dao động : $x = 11,25\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

b) Vận tốc của vật là :

$$v = x' = -225\sin\left(20t + \frac{\pi}{2}\right) = -225\sin\left(20.20,25\pi + \frac{\pi}{2}\right) = 225\ (cm/s).$$

Ta có : $t = 20,25\pi\ (s) = 202T + \frac{1}{2}T$.

Trong mỗi nửa chu kì, vật đi được quãng đường 2A, do đó quãng đường vật đi được là : $s = 202.4A + 2A = 810A = 9112,5$ (cm).

c) Tại VTCB, ta có : $v = v_{max} = \omega A = 20.11,25 = 225$ (cm/s).

Tại vị trí thế năng bằng 3 lần động năng : $W_t = 3W_d$.

Mặt khác, ta có : $W_t + W_d = W = W_{d\,max} \Rightarrow W_d = \frac{1}{4}W_{d\,max}$

hay $\frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{4}\frac{1}{2}m.v_{max}^2 \Rightarrow v = \frac{v_{max}}{2} = 112,5$ (cm/s).

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Một dao động điều hoà đi qua vị trí biên 61 lần trong vòng 1 phút. Chu kì của dao động là

A. $\frac{1}{61}$ s. B. $\frac{60}{61}$ s. C. 1 s. D. $\frac{61}{60}$ s.

2. Một dao động điều hoà đi qua VTCB 61 lần trong vòng 1 phút. Chu kì của dao động là

A. $\frac{1}{61}$ s. B. $\frac{60}{61}$ s. C. $\frac{60}{31}$ s. D. 2 s.

3. Một con lắc lò xo dao động điều hoà, chiều dài lò xo thay đổi từ 40 cm đến 60 cm. Biên độ dao động là

A. 10 cm. B. 20 cm. C. 40 cm. D. 50 cm.

• Dùng các dữ kiện sau để trả lời các câu 4, 5, 6.

Một con lắc lò xo thẳng đứng. Khi treo một vật nặng m vào thì nó dãn ra 10 cm. Người ta nâng vật lên vị trí sao cho lò xo bị nén 5 cm, rồi thả cho vật dao động. Lấy $g = 10$ m/s^2.

4. Biên độ dao động của vật là

A. 5 cm. B. 10 cm. C. 15 cm. D. 7,5 cm.

5. Chu kì dao động của vật là

A. 3,14 s. B. 0,314 s. C. 6,28 s. D. 0,628 s.

6. Vận tốc cực đại của dao động là

A. 0,5 m/s. B. 1 m/s. C. 1,5 m/s. D. 0,75 m/s.

7. Một vật dao động điều hoà với chu kì $T = 0,314$ s đi qua VTCB với $v = 2$ m/s. Chọn gốc toạ độ lúc vật đi qua VTCB theo chiều âm, phương trình dao động là

A. $x = 10\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). B. $x = 10\cos(20t + \pi)$ (cm).

C. $x = 40\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). D. $x = 40\cos(10t + \pi)$ (cm).

8. Một vật dao động điều hoà thực hiện 10 dao động trong 1 s. Tại vị trí li độ $x = 3$ cm, vật có vận tốc 251,2 cm/s. Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua VTCB theo chiều dương, phương trình dao động là

A. $x = 5\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). B. $x = 25\cos\left(20t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

C. $x = 5\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). D. $x = 25\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

9. Một con lắc lò xo có độ cứng k = 25 N/m, m = 100 g. Người ta kéo vật nặng ra khỏi VTCB 8 cm rồi truyền cho nó vận tốc 30π cm/s. Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua biên dương $(\pi^2 = 10)$, phương trình dao động là

A. $x = 8\cos 5\pi t$ (cm). B. $x = 10\cos 5\pi t$ (cm).

C. $x = 80\cos 5\pi t$ (cm). D. $x = 100\cos 5\pi t$ (cm).

10. Một lò xo thẳng đứng, tại VTCB lò xo dãn 2,5 cm. Người ta kéo quả nặng xuống vị trí lò xo dãn 7,5 cm rồi thả nhẹ. Cho $g = 10$ m/s^2, chọn gốc thời gian lúc vật bắt đầu dao động, chiều dương toạ độ hướng xuống dưới, phương trình dao động là

A. $x = 10\cos 20t$ (cm). B. $x = 10\cos 20\pi t$ (cm).

C. $x = 7,5\cos 20t$ (cm). D. $x = 5\cos 20t$ (cm).

11. Một con lắc lò xo k = 100 N/m, m = 250 g được treo thẳng đứng. Người ta nâng vật lên sao cho lò xo bị nén một đoạn 5 cm rồi thả cho nó dao động. Chọn gốc thời gian tại biên âm, $g = 10$ m/s^2, phương trình dao động là

A. $x = 7,5\cos(20t + \pi)$ (cm). B. $x = 2,5\cos(20t + \pi)$ (cm).

C. $x = 5\cos(20t + \pi)$ (cm). D. $x = 7,5\cos(20\pi t + \pi)$ (cm).

• ***Dùng các dữ kiện sau để trả lời các câu 12, 13, 14.***

Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 10\cos 10\pi t$ (cm).

12. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 5 s kể từ khi dao động là

A. 10 m. B. 10 cm. C. 40 cm. D. 80 cm.

13. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian 5,1 s kể từ khi dao động là

A. 102 cm. B. 10,2 m. C. 20 cm. D. 200 cm.

14. Quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ khi vật dao động đến vị trí x = 8 cm lần thứ 10 là

A. 118 cm. B. 198 cm. C. 18 cm. D. 98 cm.

15. Một con lắc đơn dao động trên một cung tròn 8 cm với chu kì T = 4 s. Thời gian ngắn nhất để nó đi từ VTCB đến vị trí có li độ x = 4 cm là

A. 1 s. B. 2 s. C. 3 s. D. 4 s.

16. Một con lắc lò xo dao động thì chiều dài lò xo thay đổi từ 30 cm đến 50 cm với chu kì 2 s. Thời gian ngắn nhất để vật nặng đi từ vị trí lò xo có chiều dài 35 cm đến vị trí lò xo có chiều dài 45 cm là

A. $\frac{1}{6}$ s. B. $\frac{1}{3}$ s. C. $\frac{2}{3}$ s. D. 1 s.

• ***Dùng dữ kiện sau để trả lời các câu hỏi 17, 18, 19.***

Một vật thực hiện dao động điều hoà với phương trình : $x = 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

17. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x = 0$ đến vị trí $x = -10$ cm là

A. 0,5 s. B. 0,25 s. C. 0,125 s. D. 1 s.

18. Thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ $x = 5$ cm đến vị trí có li độ $x = 5\sqrt{2}$ cm lần thứ hai là

A. $\frac{7}{48}$ s. B. $\frac{1}{48}$ s. C. $\frac{31}{48}$ s. D. $\frac{27}{48}$ s.

19. Thời gian để vật đi từ vị trí $x = 5$ cm theo chiều âm đến cùng li độ theo chiều dương là

A. $\frac{4}{3}$ s. B. $\frac{2}{3}$ s. C. $\frac{1}{6}$ s. D. $\frac{1}{3}$ s.

20. Một vật nặng 100 g dao động điều hoà với cơ năng 0,1 J. Tại vị trí động năng của vật bằng thế năng, vận tốc của vật có giá trị

A. $\sqrt{2}$ m/s. B. 1 m/s. C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m/s. D. 10 cm/s.

21. Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox với biên độ A, tần số f. Chọn gốc toạ độ ở vị trí cân bằng của vật, gốc thời gian $t_0 = 0$ lúc vật ở vị trí $x = A$. Li độ của vật được tính theo biểu thức

A. $x = A\sin\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)$. B. $x = A\cos ft$.

C. $x = A\cos\left(ft + \frac{\pi}{2}\right)$. D. $x = A\cos 2\pi ft$.

22. Một con lắc lò xo dao động với phương trình $x = A\cos\omega t$ và có cơ năng là W. Động năng của vật tại thời điểm t là

A. $W_đ = \frac{W}{2}\cos\omega t$. B. $W_đ = W\sin^2\omega t$.

C. $W_đ = W\cos^2\omega t$.. D. $W_đ = \frac{W}{4}\sin\omega t$.

23. Li độ và gia tốc của một vật dao động điều hoà luôn biến thiên điều hoà cùng tần số và

A. ngược pha nhau. B. cùng pha nhau.

C. lệch pha nhau $\frac{\pi}{4}$. D. lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

24. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 4\cos\left(8\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$, với x tính bằng cm, t tính bằng s. Chu kì dao động của vật là

A. $\frac{1}{2}$ s. B. $\frac{1}{8}$ s. C. 4 s. D. $\frac{1}{4}$ s.

25. Một vật nhỏ dao động điều hoà có biên độ A, chu kì dao động T, ở thời điểm ban đầu $t_0 = 0$ vật đang ở vị trí biên. Quãng đường mà vật đi được từ thời điểm ban đầu đến thời điểm $t = \frac{T}{4}$ là

A. $\frac{A}{2}$. B. 2A. C. A. D. $\frac{A}{4}$.

26. Biểu thức li độ của vật dao động điều hoà có dạng $x = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$, vận tốc của vật có giá trị cực đại là

A. $v_{max} = A^2\omega$. B. $v_{max} = 2A\omega$. C. $v_{max} = A\omega^2$. D. $v_{max} = A\omega$.

27. Một vật dao động điều hoà với biên độ A, tần số góc ω. Chọn gốc thời gian lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Phương trình dao động của vật là

A. $x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$. B. $x = A\cos\omega t$.

C. $x = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$. D. $x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$.

28. Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox với chu kì T. Vị trí cân bằng của chất điểm trùng với gốc toạ độ, khoảng thời gian ngắn nhất để nó đi từ vị trí có li độ x = A đến vị trí có li độ $x = \frac{A}{2}$ là

A. $\frac{T}{6}$. B. $\frac{T}{4}$. C. $\frac{T}{2}$. D. $\frac{T}{3}$.

29. Trong dao động điều hoà, vận tốc tức thời của vật dao động tại một thời điểm t luôn

A. sớm pha so với li độ dao động. B. cùng pha với li độ dao động.
C. lệch pha so với li độ dao động. D. ngược pha so với li độ dao động.

30. Một vật nhỏ khối lượng m dao động điều hoà trên trục Ox theo phương trình $x = A\cos\omega t$. Động năng của vật tại thời điểm t là

A. $W_đ = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\cos^2\omega t$. B. $W_đ = mA^2\omega^2\sin^2\omega t$.

C. $W_đ = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\sin^2\omega t$. D. $W_đ = 2mA^2\omega^2\sin^2\omega t$.

31. Một vật nhỏ thực hiện dao động điều hoà theo phương trình $x = 10\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) với t tính bằng giây. Động năng của vật đó biến thiên với chu kì bằng

A. 0,5 s. B. 1,5 s. C. 0,25 s. D. 1 s.

32. Cơ năng của một vật dao động điều hoà

A. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng một nửa chu kì dao động của vật.

B. tăng gấp đôi khi biên độ dao động của vật tăng gấp đôi.

C. bằng động năng của vật khi vật tới vị trí cân bằng.

D. biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì bằng chu kì dao động của vật.

33. Một vật dao động điều hoà có chu kì T. Nếu chọn gốc thời gian t = 0 lúc vật đi qua vị trí cân bằng, thì trong nửa chu kì đầu tiên, vận tốc của vật bằng 0 ở thời điểm

A. $t = \frac{T}{6}$. B. $t = \frac{T}{4}$. C. $t = \frac{T}{8}$. D. $t = \frac{T}{2}$.

34. Một chất điểm dao động điều hoà theo phương trình $x = 3\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (x tính bằng cm và t tính bằng giây). Trong một giây đầu tiên kể từ thời điểm t = 0, chất điểm đi qua vị trí có li độ x = 1 cm

A. 7 lần. B. 6 lần. C. 4 lần. D. 5 lần.

ĐÁP ÁN

1C	2D	3A	4C	5B	6C	7A	8C	9B	10D
11A	12A	13B	14B	15A	16B	17C	18A	19D	20B
21D	22B	23A	24D	25C	26D	27C	28A	29A	30C
31C	32C	33B	34D						

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn C. Đi qua vị trí biên 61 lần, tức thực hiện được n = 61 – 1 = 60 dao động. Do đó, chu kì của dao động là : $T = \frac{t}{n} = 1$ (s).

2. Chọn D. Mỗi chu kì đi qua VTCB 2 lần, trong 61 lần đi qua VTCB, quả nặng thực hiện được n dao động : $n = \frac{61-1}{2} = 30 \Rightarrow T = \frac{t}{n} = 2$ (s).

3. Chọn A. Chiều dài thay đổi từ 40 cm đến 60 cm, quả nặng dao động trên đoạn thẳng dài : 60 – 40 = 20 (cm), suy ra A = 10 cm.

4. Chọn C. Ở VTCB lò xo dãn 10 cm, ở vị trí biên lò xo nén 5 cm. Suy ra : A = 10 + 5 = 15 (cm) (nếu VTCB dãn 5 cm thì A = 10 – 5 = 5 (cm)).

5. Chọn B. Chu kì dao động : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\Delta l}{g}} = 0{,}314$ (s).

6. Chọn C. Vận tốc cực đại : $v_{max} = \omega.A = \frac{2\pi}{T}.A = 10.15 = 150$ (cm/s).

7. Chọn A. Ta có : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,314} = 20$ (rad/s) ; $A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{200}{20} = 10$ (cm).

Vật đi qua VTCB theo chiều âm, nên : $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

Vậy phương trình dao động là : $x = 10\cos\left(20t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

8. Chọn C. Ta có : $f = 10\text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 20\pi$ (rad/s) ; $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 5$ (cm).

Vật đi qua VTCB theo chiều dương, nên : $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Vậy phương trình dao động là : $x = 5\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

9. Chọn B. Ta có : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\sqrt{10} = 5\pi$ (rad/s) ; $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = 10$ (cm).

Vật đi qua vị trí biên dương, nên : $\varphi = 0$.

Vậy phương trình dao động là : $x = 10\cos 5\pi t$ (cm).

10. Chọn D. Ta có : $A = \Delta l - \Delta l_0 = 7,5 - 2,5 = 5$ (cm) ;

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = \sqrt{\frac{10}{0,025}} = 20 \text{ (rad/s)}.$$

Ban đầu vật ở vị trí biên dương, nên : $\varphi = 0$.

Vậy phương trình dao động là : $x = 5\cos 20t$ (cm).

11. Chọn A. Ta có : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20$ (rad/s) ;

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{0,25.10}{100} = 0,025 \text{ (m)} = 2,5 \text{ (cm)}.$$

Tại VTCB, lò xo dãn 2,5 cm, nâng vật lên khi nó bị nén 5 cm thì biên độ là : A = 5 + 2,5 = 7,5 (cm). Ban đầu, vật ở vị trí biên âm, nên : $\varphi = \pi$.

Vậy phương trình dao động là : $x = 7,5\cos(20t + \pi)$ (cm).

12. Chọn A. Ta có : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2$ (s) ; $t = 5\text{ s} = 25T \Rightarrow s = 25.4A = 1000$ (cm).

13. Chọn B. Ta có : $t = 5,1\text{ s} = 25T + \frac{1}{2}T \Rightarrow s = 25.4A + \frac{1}{2}.4A = 1020$ (cm).

14. Chọn B. Vật đi từ A qua VTCB đến vị trí $x = -A$, trở về lại. Sử dụng dao động trên đoạn AA' ta thấy, vật đi được 4 chu kì sau đó vòng trở lại. Tính ra được s = 198 cm.

15. Chọn A. Biên độ dao động : $A = \frac{1}{2}.8 = 4$ (cm). Thời gian ngắn nhất để vật đi từ VTCB đến vị trí biên hết $\frac{1}{4}$ chu kì, tức hết 1 s.

16. Chọn B. Ta có : $A = \frac{50-30}{2} = 10$ (cm) ; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$ (rad/s). Thời gian ngắn nhất để vật nặng đi từ vị trí lò xo có chiều dài 35 cm ($x = -5$ cm) đến vị trí lò xo có chiều dài 45 cm ($x = 5$ cm) (ứng với vectơ quay quay được một góc $\frac{\pi}{3}$ rad) là : $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3}}{\pi} = \frac{1}{3}$ (s).

17. Chọn C. Tương tự câu 15.

18. Chọn A. Giải như ví dụ 2, dạng 4. Để ý là vật đi qua vị trí có li độ $x = 5\sqrt{2}$ cm lần thứ 2.

19. Chọn D. Giải như ví dụ 1, chú ý chiều quay của vectơ quay.

20. Chọn B. Động năng bằng thế năng và bằng một nửa cơ năng, áp dụng công thức động năng, ta suy ra giá trị của v.

21. Chọn D. Điều kiện ban đầu : $t = 0$ thì $x = A$ và $v = 0$. Từ đó, thế vào hai phương trình li độ và vận tốc, ta suy ra li độ của vật là : $x = A\cos 2\pi ft$.

22. Chọn B. Động năng của vật là :

$$W_d = \frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2}m.(x')^2 = \frac{1}{2}m.\omega^2A^2\sin^2\omega t = W\sin^2\omega t.$$

23. Chọn A. Ta có : $a = -\omega^2.x$, nghĩa là a và x ngược pha nhau.

24. Chọn D. Ta có : $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{4}$ (s).

25. Chọn C. Vật đi từ biên vào vị trí cân bằng được quãng đường bằng A và hết khoảng thời gian $\frac{T}{4}$.

26. Chọn D.

27. Chọn C. Điều kiện ban đầu : $t = 0$ khi $x = 0$ và $v > 0$. Từ đó, suy ra phương trình dao động : $x = A\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$.

28. Chọn A. Biểu diễn trên giản đồ Fre-nen, ta thấy để đi từ vị trí $x = A$ đến vị trí $x = \frac{A}{2}$ thì vectơ quay một góc $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

Do đó, thời gian cần thiết là : $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{6}$.

29. Chọn A.

30. Chọn C. Vận tốc $x = -A\omega\sin\omega t$. Suy ra : $W_đ = \frac{1}{2}mA^2\omega^2\sin^2\omega t$.

31. Chọn C. Động năng biến thiên điều hoà với chu kì bằng một nửa chu kì dao động, tức bằng 0,25 s.

32. Chọn C. Cơ năng của vật : $W = W_đ + W_t =$ hằng số. Khi vật qua vị trí cân bằng thì $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = 0$ (do x = 0), do đó $W = W_{đ\max}$ ($W_{đmax}$ là động năng của vật tại vị trí cân bằng).

33. Chọn B. Vận tốc bằng 0 tại vị trí biên. Vật đi từ VTCB ra biên hết khoảng thời gian $\frac{T}{4}$.

34. Chọn D. Số dao động toàn phần vật thực hiện được trong 1 s dao động đầu tiên là : $n = \frac{t}{T} = \frac{1}{\frac{2}{5}} = \frac{5}{2}$ $(t = 5T)$. Trong mỗi nửa dao động toàn phần, quả nặng đi qua mỗi vị trí 1 lần.

Chủ đề 2
CON LẮC LÒ XO

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

- *Con lắc lò xo* là gồm một vật nặng m gắn vào một lò xo nhẹ có độ cứng k. Đầu kia của lò xo cố định và vật nặng có thể dao động không ma sát dọc theo trục của lò xo.

- Phương trình dao động : $x'' + \omega^2 x = 0$. $\omega = \frac{k}{m}$ hay $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

- Năng lượng dao động :

- Thế năng lò xo : $W_t = \frac{1}{2}kx^2$.

- Động năng vật nặng : $W_d = \frac{1}{2}mv^2$.

- Cơ năng : $W = W_t + W_d = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$.

Dễ thấy rằng động năng W_d và thế năng W_t biến thiên điều hoà với chu kì :

$$T' = \frac{1}{2}T = \pi\sqrt{\frac{k}{m}}.$$

- Lực hồi phục : $F = kx$.

- Lực đàn hồi của lò xo : $F = k.\Delta l = m\omega^2.\Delta l$.

- Độ biến dạng của lò xo nằm ngang : $\Delta l = |x|$

- Độ biến dạng của lò xo không nằm ngang : $\Delta l = |\Delta l_0 + x|$

với Δl_0 là độ biến dạng ở vị trí cân bằng.

- Hệ hai lò xo có độ cứng lần lượt là k_1, k_2 ghép với nhau, tương đương với một lò xo có độ cứng k :

- Ghép nối tiếp : $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$.

- Ghép song song : $k = k_1 + k_2$.

- Lò xo có độ cứng k cắt thành hai phần, mỗi phần có độ cứng tương ứng là k_1, k_2 và có độ dài lần lượt là l_1, l_2 thì ta có :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \text{ và } \frac{k_1}{k_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM LỰC HỒI PHỤC, LỰC ĐÀN HỒI CỦA LÒ XO

Phương pháp giải

- *Giả sử ở vị trí cân bằng, độ biến dạng của lò xo là* Δl_0. *Khi đó, tại vị trí vật nặng có li độ x, để tìm độ biến dạng của lò xo ta căn cứ vào chiều trục toạ độ (dấu của x) :*

+ Trường hợp lò xo ban đầu dãn, chiều dương cùng chiều dãn (tương tự cho trường hợp lò xo ban đầu nén, chiều dương cùng chiều nén). Nghĩa là trường hợp chiều dương trục Ox trùng chiều biến dạng ban đầu của lò xo thì :

$$\Delta l = \Delta l_0 + x.$$

+ Trường hợp chiều dương ngược chiều dãn (tương tự cho trường hợp lò xo ban đầu nén, chiều dương ngược chiều nén) thì : $\Delta l = \Delta l_0 - x$.

- *Giá trị lực đàn hồi :* $F_{dh} = k.\Delta l$.

Trong cả 2 trường hợp nêu trên : $\Delta l_{max} = \Delta l_0 + A$; $\Delta l_{min} = |\Delta l_0 - A|$.

Giá trị cực đại của lực đàn hồi : $F_{dh\,max} = k(\Delta l_0 + A)$.

Giá trị cực tiểu của lực đàn hồi : $F_{dh\,min} = |k(\Delta l_0 - A)|$.

Lưu ý, trường hợp $\Delta l_0 \le A$ *thì có vị trí mà lò xo không bị biến dạng, do đó :*

$$F_{min} = 0.$$

- *Phân biệt lực đàn hồi của lò xo và lực phục hồi làm con lắc dao động.*

Ta có : $F_{dh} = k\Delta l$; $F_{hp} = ma = m\omega^2 x = kx$.

Trường hợp lò xo nằm ngang : $F_{dh} = F_{ph}$.

Ví dụ 1. Một lò xo treo thẳng đứng, quả nặng m = 100 g mắc vào lò xo thì lò xo dãn 2,5 cm (cho $g = 10\ m/s^2$). Người ta kéo con lắc ra khỏi vị trí cân bằng 3 cm rồi truyền cho nó vận tốc 80 cm/s.

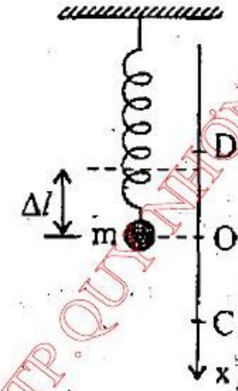
a) Tìm lực đàn hồi của lò xo tại vị trí quả nặng có li độ 3 cm và tại vị trí cao nhất của quả nặng.

b) Tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của lực đàn hồi lò xo.

Giải

Ta có : $$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l_0}} = \sqrt{\frac{10}{0,025}} = 20\ (rad/s).$$

Biên độ của dao động : $$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{3^2 + \frac{80^2}{20^2}} = 5\ (cm).$$



Chọn chiều dương hướng xuống (hình vẽ).

a) Vị trí vật lệch 3 cm so với vị trí cân bằng : $x = \pm 3$ cm.

- Khi $x = 3$ cm, ta có : $\Delta l = \Delta l_0 + x = 2,5 + 3 = 5,5$ (cm).

Do đó : $F = k.\Delta l = m\omega^2.\Delta l = 0,1.20^2.0,055 = 2,2$ (N).

- Khi $x = -3$ cm, ta có :

$$\Delta l = |\Delta l_0 - x| = |2,5 - 3| = 0,5 \text{ (cm)}.$$

Do đó : $F = k.\Delta l = m\omega^2.\Delta l = 0,1.20^2.0,005 = 0,2$ (N).

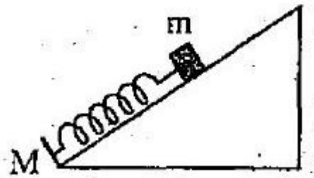
- Vị trí cao nhất của vật nặng ứng với biên $x = -A$.

Khi đó : $F = m\omega^2|\Delta l - A| = 0,1.20^2.0,025 = 1$ (N).

b) Nhận thấy : $\Delta l_0 < A \Rightarrow F_{min} = 0$ tại vị trí $x = \Delta l_0 - A = -2,5$ cm.

$F_{max} = m\omega^2.\Delta l_{max} = m\omega^2|\Delta l_0 + A| = 0,1.20^2.0,075 = 3$ (N) tại vị trí $x = A$.

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nghiêng như hình vẽ. Quả nặng có khối lượng 200 g, khi vật ở vị trí cân bằng làm nén lò xo một khoảng 15 cm. Tỉ lệ lực nén lên thành M khi lò xo bị nén cực đại và dãn cực đại trong quá trình dao động là 2 : 1.



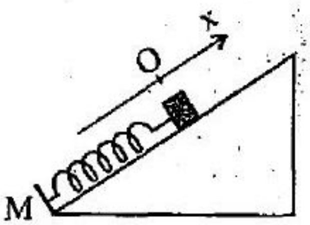
a) Tìm lực tác dụng của lò xo lên thành M khi con lắc có vận tốc 120 cm/s theo chiều dương ?

b) Lực tác dụng lên M biến thiên như thế nào ?

c) Tìm lực tác dụng khi vận tốc cực đại.

Giải

Chọn chiều dương như hình vẽ, lò xo ở vị trí cân bằng bị nén một đoạn : $\Delta l_0 = 0,05$ m.



Ta có : $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = \sqrt{\dfrac{g.\sin\alpha}{\Delta l_0}} = 10$ (rad/s).

Khi lò xo bị nén cực đại : $\Delta l_{max} = \Delta l_0 + A$. Khi lò xo bị dãn cực đại : $\Delta l_g = |\Delta l_0 - A|$. Vì lò xo dãn, nên $\Delta l_0 < A$. Ta có :

$$\frac{F_n}{F_g} = \frac{k\Delta l_{max}}{k\Delta l_g} = \frac{\Delta l_0 + A}{A - \Delta l_0} = \frac{2}{1} \Rightarrow A = 3\Delta l_0 = 15 \text{ cm}.$$

a) Khi v = 120 cm/s, thì li độ của vật là :

$$x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} = \pm\sqrt{15^2 - \frac{120^2}{10^2}} = \pm 9 \text{ (cm)}.$$

- Khi x = 9 cm, ta có : $\Delta l = |\Delta l_0 - x| = 4$ (cm) : lò xo dãn. Do đó :

$$F = k.\Delta l = m\omega^2.\Delta l = 0,2.10^2.0,04 = 0,8 \text{ (N)}.$$

- Khi $x = -9$ cm, ta có : $\Delta l = |\Delta l_0 - x| = 14$ (cm) : lò xo nén. Do đó :

$$F = m\omega^2.\Delta l = 0,2.10^2.0,14 = 2,8 \text{ (N)}.$$

Khi vật có một giá trị vận tốc thì nó có thể ở hai vị trí khác nhau (đối xứng qua vị trí cân bằng), với hai giá trị lực đàn hồi khác nhau nhưng lực hồi phục như nhau. Ở đây, lực hồi phục : $F_{hp} = m\omega^2|x| = 1,8$ (N).

b) Khi $\Delta l_0 < A$ thì $F_{min} = 0$ và $F_{max} = m\omega^2.\Delta l_{max} = 0,2.10.0,2 = 4$ (N).

Vậy độ biến thiên lực đàn hồi : $0 \le F \le 4$ N.

c) Vận tốc đạt giá trị cực đại v_{max}, tức là tại vị trí cân bằng : $\Delta l = \Delta l_0$.

Khi đó : $F_{dh} = m\omega^2.\Delta l_0 = 0,2.10^2.0,05 = 1$ (N). Lúc này lực hồi phục bằng 0.

Dạng 2. BÀI TOÁN LÒ XO GHÉP

Phương pháp giải

> - *Sử dụng các công thức về lò xo ghép để tìm độ cứng tương đương của hệ lò xo. Sử dụng kết quả thu được cho yêu cầu của bài toán.*
>
> \- *Ghép nối tiếp :* $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{k_1} + \dfrac{1}{k_2}$.
>
> \- *Ghép song song :* $k = k_1 + k_2$.
>
> - *Sử dụng các công thức về chia lò xo để tìm độ cứng của lò xo cần phải tạo thành. Ta có :* $kl = k_1l_1 = k_2l_2 = k_3l_3 = \ldots$

Ví dụ 1. Người ta treo vật nặng m vào lò xo k_1 thì nó dao động với chu kì 0,3 s, nhưng khi treo nó vào lò xo k_2 thì nó dao động với chu kì 0,4 s. Người ta nối tiếp hai lò xo với nhau rồi kéo ra khỏi vị trí cân bằng 8 cm và truyền cho nó vận tốc 24π cm/s.

a) Viết phương trình dao động của vật.

b) Tìm độ lớn của lực hồi phục tại vị trí có vận tốc 32π cm/s. So sánh độ biến dạng của hai lò xo ở vị trí này, biết m = 100 g.

Giải

a) Chu kì của dao động : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1} + \dfrac{m}{k_2}}$ (vì mắc nối tiếp).

Suy ra : $T^2 = 4\pi^2\dfrac{m}{k_1} + 4\pi^2\dfrac{m}{k_2} \Rightarrow T^2 = T_1^2 + T_2^2 \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 0,5$ (s).

Ta có : $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 4\pi$ (rad/s) ; $A = \sqrt{x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}} = 10$ (cm).

Chọn thời điểm ban đầu khi vật đi qua VTCB theo chiều dương, ta có :

$$x = 10\cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\ (\text{cm}).$$

b) Li độ : $x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} = 6$ (cm).

Độ lớn lực hồi phục : $F = k|x| = m\omega^2|x| = 0,1.(4\pi)^2.0,06 = 0,24$ (N).

Lực đàn hồi của hai lò xo nối tiếp là như nhau, do đó ta có :

$$F_1 = F_2 \Rightarrow k_1\Delta l_1 = k_2\Delta l_2$$

Suy ra : $\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{k_2}{m}.\frac{m}{k_1} = \left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2.\left(\frac{T_1}{2\pi}\right)^2 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{0,3}{0,4}\right)^2 = \frac{9}{16}.$

Ví dụ 2. Một lò xo có chiều dài 1m, độ cứng k = 20 N/m, được chia làm hai phần có tỉ lệ độ dài 1 : 1 rồi mắc song song với nhau. Treo vào hệ lò xo vật nặng 200 g rồi kích thích cho nó dao động.

a) Xác định tần số dao động.

b) Muốn tần số dao động tăng gấp đôi thì phải cắt lò xo thành mấy phần bằng nhau ?

Giải

a) Độ cứng hai lò xo được cắt ra tương ứng là k_1, k_2, ta có :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{20}\ ;\ \frac{k_1}{k_2} = \frac{l_2}{l_1} = 1.$$

Từ đó, suy ra : $k_1 = k_2 = 40$ (N/m).

Mắc song song : $k = k_1 + k_2 = 80$ (N/m).

Ta có : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{80}{0,2}} = 4 = 20$ (rad/s) ; $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{\pi} \approx \pi$ (Hz).

b) Vì các phần bằng nhau, nên ta có :

$$k_1 = k_2 = ... = k_n \Rightarrow k_h = k_1 + k_2 + ... + k_n = n.k_1.$$

Mặt khác, ta có : $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$. Suy ra f tăng gấp đôi thì k tăng gấp 4.

Từ đó : $k_h = 4k = 4.80 = 320$ (N/m) $= n.k_1$. (1)

Ta lại có : $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + ... + \frac{1}{k_n} = \frac{n}{k_1}.$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra : $\begin{cases} n_1k_1 = 320 \\ \frac{n}{k_1} = \frac{1}{20} \end{cases} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4.$

Vậy phải cắt lò xo thành 4 phần bằng nhau.

Dạng 3. NĂNG LƯỢNG DAO ĐỘNG. TÌM CHU KÌ CỦA ĐỘNG NĂNG VÀ THẾ NĂNG

Phương pháp giải

Sử dụng các công thức về năng lượng :

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi).$$

$$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi).$$

Sử dụng hệ thức liên hệ : $W_t = nW_đ$ *và* $W_t + W_đ = W$

để suy ra giá trị của $W_đ$ *và* W_t *theo* W.

Ví dụ 1. Người ta kéo một con lắc lò xo ra khỏi vị trí cân bằng một khoảng 3 cm rồi truyền cho nó vận tốc v = 40 cm/s. Biết con lắc dao động điều hoà với chu kì $T = \frac{1}{5}\pi$ s.

a) Tìm độ lớn vận tốc cực đại của vật nặng.

b) Tìm vị trí của vật mà động năng bằng 3 lần thế năng.

Giải

a) Ta có : $$\omega = \frac{2\pi}{T} = 10 \text{ (rad/s)}.$$

Cơ năng tại vị trí ban đầu của con lắc : $W = \frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2$.

Khi con lắc có vận tốc cực đại (tại vị trí cân bằng), cơ năng của nó là :

$$W = \frac{1}{2}mv_{max}^2.$$

Vì cơ năng của vật bảo toàn, nên ta có : $\frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{max}^2$.

Từ đó : $$v_{max}^2 = \frac{k}{m}x_0^2 + v_0^2 = \omega^2x_0^2 + v_0^2.$$

Suy ra : $$v_{max} = \sqrt{\omega^2x_0^2 + v_0^2} = \sqrt{10^2.3^2 + 40^2} = 50 \text{ (cm/s)}.$$

b) Biên độ dao động : $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = 5$ (cm).

Ta có : $W_đ + W_t = W$. Khi động năng bằng 3 lần thế năng : $W_đ = 3W_t$.

Từ đó, suy ra : $W_t = \frac{1}{4}W \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{4}kA^2 \Rightarrow x = \pm\frac{1}{2}A = \pm 2,5$ (cm).

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo có độ cứng k = 250 N/m, m = 100 g, có vật nặng dao động trên một đoạn thẳng dài 40 cm.

a) Tìm vị trí động năng của vật bằng 2,5 J. Trong một chu kì có bao nhiêu lần động năng của vật bằng giá trị này ?

b) Xác định thế năng của nó tại thời điểm t = 2 s, biết ban đầu vật ở vị trí cân bằng. Thế năng biến đổi như thế nào ?

Giải

a) Biên độ dao động : $A = \frac{1}{2}.40 = 20$ (cm).

Cơ năng của con lắc : $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.250.0,2^2 = 5$ (J).

Động năng của vật : $W_đ = 2,5\ (J) = \frac{1}{2}W$.

Suy ra : $W_t = W - W_đ = \frac{1}{2}W$ hay $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}kA^2$.

Có hai vị trí mà $W_đ = 2,5$ J. Trong một chu kì con lắc đi qua mỗi vị trí 2 lần, do đó có bốn thời điểm mà $W_đ = 2,5$ J.

Lưu ý. Tuy nhiên, trong mỗi chu kì chỉ có 2 lần mà $W_đ = 0$ ($W_t = W_{t\,max}$, ở hai biên) và 2 lần mà $W_t = 0$ ($W_đ = W_{đ\,max}$, ở vị trí cân bằng).

b) Vì tại t = 0 vật ở vị trí cân bằng, nên phương trình dao động :

$$x = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = A_2\cos(\omega t + \varphi_2).$$

Biểu thức thế năng : $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = 5\cos^2\left(50t + \frac{\pi}{2}\right)$ (J).

Tại thời điểm t = 2 s thì $W_t = 0$. Ta có :

$$W_t = 5\cos^2\left(50t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{5}{2}\left[\cos(100t + \pi) + 1\right] = \frac{5}{2}(1 - \cos 100t)$$

$$= \frac{5}{2}\left[1 - \cos(100t + 2\pi)\right] = \frac{5}{2}\left[1 - \cos 100\left(t + \frac{\pi}{50}\right)\right] \text{ (J)}.$$

Vậy W_t biến thiên tuần hoàn với chu kì $\frac{\pi}{50}$ s.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Khi gắn quả nặng m_1 vào một lò xo, nó dao động với chu kì $T_1 = 0,12$ s, khi gắn quả nặng m_2 vào lò xo đó, nó dao động với chu kì $T_2 = 0,16$ s.

a) Khi gắn cả hai quả nặng vào lò xo thì chu kì dao động là bao nhiêu ?

b) Khi hệ con lắc gồm lò xo và hai quả nặng có khối lượng 50 g và 150 g treo thẳng đứng dao động với biên độ 15 cm, tính độ lớn của lực đàn hồi và lực hồi phục tại vị trí có li độ bằng 5 cm.

Bài 2. Một viên bi nhỏ được treo vào lò xo có độ cứng 100 N/m thì nó dao động với chu kì 0,1 s. Người ta cắt đôi lò xo rồi ghép thành một hệ gồm hai lò xo song song.

a) Chu kì dao động của viên bi là bao nhiêu khi được mắc vào hệ lò xo ghép ?

b) Động năng cực đại của viên bi là 0,1 J. Sau bao lâu thì động năng của nó lại có giá trị bằng 0,1 J ?

Bài 3. Một lò xo có khối lượng không đáng kể được treo thẳng đứng, vật nặng 400 g treo vào đầu dưới lò xo tạo thành một con lắc. Kéo vật xuống khỏi VTCB 1 cm rồi truyền cho nó vận tốc 25 cm/s cho nó dao động. Bỏ qua ma sát và biết động năng cực đại của vật nặng bằng 25 mJ, chọn thời điểm ban đầu lúc vật bắt đầu dao động, hãy viết phương trình dao động của vật.

Bài 4. Vật nặng 100 g gắn vào một đầu lò xo có độ cứng 40 N/m, đầu kia của lò xo nối với một sợi dây không dãn có một đầu treo vào điểm cố định C. Kéo vật xuống khỏi VTCB sao cho lò xo dãn thêm 2 cm rồi thả nhẹ cho nó dao động, cho $g = 10 m/s^2$.

a) Viết phương trình dao động của vật.

b) Tìm điều kiện dao động của vật để dây treo lò xo luôn căng.

Bài 5. Một vật nặng có dạng bản mỏng được nối vào hai đầu của hai lò xo có độ cứng k_1, k_2, hai đầu còn lại của lò xo được nối vào hai điểm A, B theo phương thẳng đứng. Xác định chu kì của dao động.

Bài 6. Hai vật nặng có dạng bản mỏng khối lượng m được nối vào hai đầu của hai lò xo có độ cứng k_1, k_2, hai đầu còn lại của lò xo được nối vào cùng một điểm B được gắn với một giá đỡ có khối lượng M đặt nằm ngang trên một mặt sàn với hệ số ma sát μ. Xác định điều kiện của dao động để giá đỡ không trượt trên mặt sàn.

Bài 7. Một vật nặng có dạng bản mỏng được nối vào hai đầu của hai lò xo có độ cứng $k_1 = 60 N/m$, $k_2 = 40 N/m$ và độ dài tự nhiên $l_1 = 30$ cm, $l_2 = 20$ cm, hai đầu còn lại của lò xo được nối vào hai điểm A, B theo phương ngang, AB dài 60 cm.

a) Xác định chu kì của dao động.

b) Giữ vật ở vị trí lò xo l_1 không biến dạng rồi thả nhẹ, tính độ lớn lực tác dụng cực đại, cực tiểu tác dụng lên A, B.

Bài 8. Một con lắc gồm lò xo có độ cứng 100 N/m và vật nặng có dạng hình hộp khối lượng M = 1,5 kg. Một vật nhỏ có khối lượng 1 kg đặt trên vật M, hệ số ma sát giữa hai vật bằng 0,4. Con lắc dao động với động năng như thế nào thì hai vật không trượt trên nhau ?

Bài 9. Một con lắc lò xo có li độ $x = -2$ cm sau thời gian dao động bằng $\frac{1}{6}$ chu kì của nó từ VTCB, lúc này lực tác dụng lên quả nặng bằng 10 N. Hãy tìm biên độ và năng lượng dao động.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Chu kì dao động với m_1 : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$. Chu kì dao động với m_2 : $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$. Chu kì dao động với $m = m_1 + m_2$: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1+m_2}{k}}$.

Suy ra : $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = \sqrt{(0,12)^2 + (0,16)^2} = 0,2\ (s)$.

b) Lực hồi phục : $F_{hp} = k.x = \frac{4\pi^2 m}{T^2}x = \frac{4\pi^2(0,05+0,15)}{(0,2)^2}.0,05 = 10\ (N)$.

Lực đàn hồi : $F_{đh} = k\Delta l = \frac{4\pi^2 m}{T^2}.(\Delta l_0 + x)$.

Độ biến dạng tại vị trí cân bằng :

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{T^2}{4\pi^2}g = \frac{(0,2)^2}{4\pi^2}.10 = 0,01\ (m).$$

Tại vị trí $x = -5\ cm$: $F_{đh} = 10\ N$. Tại vị trí $x = +5\ cm$: $F_{đh} = 30\ N$.

Bài 2. a) Độ cứng lò xo khi cắt đôi : $k' = 2k_0$. Độ cứng lò xo khi ghép song song : $k = 2k' = 4k_0$. Chu kì dao động : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{2}T_0 = 0,05\ (s)$.

b) Động năng dao động tuần hoàn với chu kì bằng một nửa chu kì dao động, vậy khoảng thời gian cần thiết là : $T' = \frac{1}{2}T = 0,25\ (s)$.

Bài 3. Phương trình dao động : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Cơ năng lò xo : $W = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx_0^2$.

Suy ra : $25.10^{-3} = \frac{1}{2}0,4(0,25)^2 + \frac{1}{2}k(0,01)^2 \Rightarrow k = 250\ N/m$.

Tần số góc : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{250}{0,4}} = 25\ (rad/s)$.

Biên độ dao động : $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = \sqrt{2}\ (cm)$.

$$\text{Ta có : }\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{x_0}{A} = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi = \frac{-v_0}{\omega A} = \frac{-25}{25\sqrt{2}} \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}.$$

Vậy $$x = \sqrt{2}\cos\left(25t - \frac{\pi}{4}\right)\ (cm).$$

Bài 4. a) Phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Ta có :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,1}} = 20\ (\text{rad/s})\ ;\ A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}} = \sqrt{(-2)^2 + \frac{0^2}{20^2}} = 2\ (\text{cm})\ ;$$

$$\cos\varphi = \frac{x_0}{A} = \frac{-2}{2} = -1,\ \varphi = \pi.$$

Vậy $x = 2\cos(20t + \pi)$ (cm).

b) Để dây không bị chùng thì lò xo phải không bị co lại, nghĩa là : $l \geq l_0$, với chiều dài lò xo $l = l_0 + \Delta l = l_0 + \Delta l_0 + x$,

hay $\Delta l \geq \Delta l_0 + x \geq 0 \Rightarrow x = A\cos(\omega t + \varphi) \geq -\Delta l_0$. Suy ra : $A_{max} = \Delta l_0$.

Vậy $A \leq \Delta l_0 = 2,5$ cm.

Bài 5. Lực tác dụng vào vật nặng : $\vec{f} = \vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

Tại VTCB : $f_0 = P + F_{01} - F_{02} = mg + k_1.\Delta l_{01} - k_2.\Delta l_{02}$.

Suy ra tại vị trí có li độ x :

$f_x = P + F_{x1} + F_{x2} = mg + k_1(\Delta l_{01} + x) - k_2(\Delta l_{02} + x) = (k_1 + k_2)x$.

Theo định luật II Niu-tơn, ta có : $mx'' = (k_1 + k_2)x$.

Vậy, vật nặng dao động điều hoà với chu kì T :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}},\ \text{với}\ \omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}.$$

Bài 6. Trọng lực của hệ : $P = (M + 2m)g$. Lực ma sát tác dụng lên hệ là : $F_{ms} = \mu.N = (M + 2m)\mu g$. Lực đàn hồi tác dụng lên hệ : $F = k.x$.

Điều kiện để giá đỡ không bị xê dịch là : $F_{ms} \geq F$. Suy ra :

$$\mu(M + 2m)g \geq k.x, \forall x \Rightarrow \mu(M + 2m)g \geq k.A = k\sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2}}.$$

Vậy $$\mu \geq \frac{\sqrt{k(kx_0^2 + mv_0^2)}}{(M + 2m)g},\ \text{hay}\ A \leq \frac{\mu(M + 2m)g}{k}.$$

Bài 7. a) Lực tác dụng vào vật nặng : $\vec{f} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

Tại VTCB : $f_0 = F_{01} + F_{02} = k_1\Delta l_{01} - k_2\Delta l_{02} = 0$. Suy ra tại vị trí có li độ x :

$$f_x = F_{x1} + F_{x2} = k_1(\Delta l_{01} + x) - k_2(\Delta l_{02} - x) = (k_1 + k_2)x.$$

Theo định luật II Niu-tơn, ta có : $mx'' = (k_1 + k_2)x$.

Vậy, vật nặng dao động điều hoà với chu kì T :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}},\ \text{với}\ \omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}.$$

b) Độ biến dạng của các lò xo tại VTCB : $\begin{cases} k_1\Delta l_{01} - k_2\Delta l_{02} = 0 \\ \Delta l_{01} + \Delta l_{02} = 10 \end{cases}$

Suy ra : $\begin{cases} \Delta l_{01} = 4 \text{ cm} \\ \Delta l_{02} = 6 \text{ cm.} \end{cases}$

Biên độ dao động : $A = \Delta l_{01} = 4$ cm.

Lực $\vec{F}_A$ tác dụng lên A do lò xo l_1, có độ lớn :

$$F_A = F_1 = k_1(\Delta l_1 + x) = k_1[\Delta l_1 + A\cos(\pi t + \varphi)].$$

Vậy $\begin{cases} F_A = F_{A\min} = 0 \\ F_A = F_{A\max} = 60(0,04 + 0,04) = 4,8 \text{ (N).} \end{cases}$

Lực $\vec{F}_B$ tác dụng lên B do lò xo l_2, có độ lớn :

$$F_B = -F_2 = -k_2(\Delta l_2 - x) = -k_2[\Delta l_2 - A\cos(\pi t - \varphi)].$$

Vậy $\begin{cases} F_B = F_{B\min} = -40(0,04 - 0,06) = 0,8 \text{ (N)} \\ F_B = F_{B\max} = 40(0,04 + 0,06) = 4 \text{ (N).} \end{cases}$

Bài 8. Khi hai vật không trượt lên nhau thì ta có thể xem như con lắc dao động với quả nặng có khối lượng (M + m) với tần số góc :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M+m}} = \sqrt{\frac{100}{1,5+1}} = 2\sqrt{10} \text{ (rad/s).}$$

Gia tốc của hệ hai vật và cũng là của vật M bằng : $a = -\omega^2 x$.
Gia tốc này gây nên lực quán tính và vật m có xu hướng trượt trên M nhưng do có lực ma sát giữa hai vật nên vật m bị giữ lại, lực ma sát nghỉ bằng lực quán tính và phải có giá trị thỏa mãn : $F_{msn} = F_{qt} = m\omega^2 x \le \mu mg$.

Suy ra : $x \le \frac{\mu g}{\omega^2} = \frac{0,4.10}{(2\sqrt{10})^2} = 0,1$ (m). Biên độ cực đại bằng : $A_{max} = 0,1$ m.

Vậy $$W_{d\max} = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.100.(0,1)^2 = 0,5 \text{ (J).}$$

Bài 9. Phương trình dao động : $x = A\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Suy ra : $$-2 = A\cos(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow A = 4 \text{(cm).}$$

Mặt khác, ta có : $F = -k.x \Rightarrow k = -\frac{10}{-0,02} = 500$ (N/m).

Vậy $$W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}.500.(0,04)^2 = 0,4 \text{ (J).}$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

• Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 1 và 2.

Một con lắc lò xo có m = 100 g, k = 250 N/m dao động nằm ngang. Người ta kéo nó ra khỏi vị trí cân bằng 3 cm rồi truyền cho vận tốc 2 m/s.

1. Giá trị của lực đàn hồi F thoả mãn :

A. $0 < F < 12,5$ N. B. $5 \text{ N} < F < 12,5$ N.

C. $7,5 \text{ N} < F < 12,5$ N. D. $5 \text{ N} < F < 7,5$ N.

2. Giá trị của lực đàn hồi tại vị trí có vận tốc $v = 1,5$ m/s là

A. $F = 2,5$ N. B. $F = 10$ N.

C. $F = 2,5$ N hoặc $F = 10$ N. D. $F = 2,5$ N hoặc $F = 7,5$ N.

• Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 3 và 4.

Một lò xo thẳng đứng dài 40 cm. Người ta treo vật nặng 300 g vào một đầu lò xo thì tại vị trí cân bằng lò xo dài 47,5 cm. Người ta kéo lò xo đến vị trí có độ dài 52,5 cm rồi thả cho nó dao động. Lấy $g = 10$ m/s^2.

3. Giá trị của lực đàn hồi thoả mãn :

A. $0 < F < 3$ N. B. $0 < F < 5$ N.

C. $1 \text{ N} < F < 3$ N. D. $1 \text{ N} < F < 5$ N.

4. Giá trị của lực đàn hồi khi $v = 20\sqrt{3}$ cm/s là

A. $F = 1,4$ N. B. $F = 4,6$ N.

C. $F = 1,4$ N hoặc 4,6 N. D. $F = 1,4$ N hoặc $F = 5,0$ N..

5. Một lò xo có độ cứng 25 N/m dài 1m được cắt thành các phần bằng nhau, mỗi phần dài 25 cm. Độ cứng của mỗi phần là

A. 25 N/m. B. 100 N/m C. 16,25 N/m D. 50 N/m

• Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 6 và 7.

Một vật nặng mắc vào lò xo k_1 có chu kì dao động T_1, mắc vào lò xo k_2 có chu kì dao động T_2.

6. Khi mắc vật nặng vào hai lò xo k_1, k_2 nối tiếp thì chu kì của dao động là

A. $T = \sqrt{T_1 + T_2}$. B. $T = T_1 + T_2$. C. $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$. D. $T = \sqrt{\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}}$.

7. Khi mắc vật nặng vào hai lò xo k_1, k_2 song song thì chu kì dao động T thỏa mãn :

A. $\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}$. B. $\frac{1}{T} = \sqrt{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}}$. C. $\frac{1}{T} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$. D. $\frac{1}{T} = \sqrt{\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}}$.

8. Người ta cắt một lò xo có độ cứng k thành n phần bằng nhau rồi mắc thành hệ n lò xo song song. Độ cứng của hệ song song này là :

A. $k_h = n^2 k$. B. $k_h = nk$. C. $k_h = \frac{k}{n}$. D. $k_h = \frac{k}{n^2}$.

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 9, 10, 11, 12 và 13.***
Con lắc lò xo có độ cứng k = 20 N/m, khối lượng m = 50 g, vật nặng dao động trên đoạn thẳng dài 20 cm.

9. Cơ năng của hệ là
A. 0,1 J. B. 0,2 J. C. 0,4 J. D. một giá trị khác.

10. Tại vị trí có li độ 5 cm. Vận tốc vật nặng có độ lớn là
A. 1,71 m/s. B. 1 m/s. C. 17,1 cm/s. D. 10 cm/s.

11. Vị trí vật có vận tốc bằng 1,6 m/s là
A. x = 6 cm. B. x = – 6 cm.
C. x = 6 cm hoặc x = – 6 cm. D. x = 3 cm.

12. Vị trí động năng của vật bằng thế năng lò xo là
A. $x = 5\sqrt{2}$ cm. B. $x = -2\sqrt{5}$ cm. C. $x = \pm 5\sqrt{2}$ cm. D. $x = \pm 2\sqrt{5}$ cm.

13. Động năng và thế năng biến thiên với chu kì là
A. 0,314 s. B. 3,14 s. C. 0,157 s. D. 1,57 s.

14. Phát biểu nào sau đây là đúng ?
A. Tăng biên độ 2 lần, giảm độ cứng 2 lần thì động năng tăng 2 lần.
B. Tăng biên độ 2 lần, giảm độ cứng 2 lần thì động năng giảm 2 lần.
C. Tăng biên độ 2 lần, tăng độ cứng 2 lần thì động năng tăng 4 lần.
D. Giảm biên độ 2 lần, giảm độ cứng 2 lần thì động năng giảm 4 lần.

15. Người ta thay vật nặng của con lắc lò xo bằng vật có khối lượng gấp đôi. Con lắc vẫn dao động điều hoà với biên độ như trước. Khi đó :
A. Cơ năng của hệ tăng gấp đôi.
B. Cơ năng của hệ giảm 2 lần.
C. Cơ năng của hệ không đổi.
D. Động năng, thế năng biến thiên với chu kì không đổi.

16. Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k không đổi, dao động điều hoà. Nếu khối lượng m = 200 g thì chu kì dao động của con lắc là 2 s. Để chu kì dao động là 1 s thì khối lượng m bằng
A. 800 g. B. 200 g. C. 50 g. D. 100 g.

17. Một con lắc lò xo gồm lò xo khối lượng không đáng kể, độ cứng k và một hòn bi khối lượng m gắn vào đầu lò xo, đầu kia của lò xo được treo vào một điểm cố định. Kích thích cho con lắc dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Chu kì dao động của con lắc là
A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. B. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$. C. $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$. D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$.

18. Một con lắc lò xo gồm một lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng k, một đầu cố định và một đầu gắn với một viên bi nhỏ khối lượng m. Con lắc này đang dao động điều hoà có cơ năng
A. tỉ lệ nghịch với khối lượng m của viên bi.
B. tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.
C. tỉ lệ với bình phương chu kì dao động.
D. tỉ lệ nghịch với độ cứng k của lò xo.

19. Một con lắc lò xo gồm một lò xo khối lượng không đáng kể, một đầu cố định, một đầu gắn với một viên bi nhỏ. Con lắc này dao động điều hoà theo phương ngang. Lực đàn hồi của lò xo tác dụng lên viên bi luôn hướng

A. theo chiều âm quy ước.

B. theo chiều dương quy ước.

C. về vị trí cân bằng của viên bi.

D. theo chiều chuyển động của viên bi.

20. Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m và lò xo có độ cứng k dao động điều hoà. Nếu tăng độ cứng k lên 2 lần và giảm khối lượng đi 8 lần thì tần số dao động của vật sẽ

A. tăng 4 lần. B. giảm 2 lần. C. tăng 2 lần. D. giảm 4 lần.

21. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Kích thích cho con lắc dao động điều hoà theo phương thẳng đứng. Chu kì và biên độ dao động của con lắc lần lượt là 0,4 s và 8 cm. Chọn trục $x'x$ thẳng đứng, chiều dương hướng xuống, gốc toạ độ tại vị trí cân bằng, gốc thời gian t = 0 khi vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Lấy gia tốc rơi tự do $g = 10\,\text{m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. Thời gian ngắn nhất kể từ khi t = 0 đến khi lực đàn hồi của lò xo có độ lớn cực tiểu là

A. $\dfrac{4}{15}$ s. B. $\dfrac{7}{30}$ s. C. $\dfrac{3}{10}$ s. D. $\dfrac{1}{30}$ s.

22. Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 20 N/m và viên bi có khối lượng $0{,}2\,\text{kg}$ dao động điều hoà. Tại thời điểm t, vận tốc và gia tốc của viên bi lần lượt là 20 cm/s và $2\sqrt{3}\ \text{m/s}^2$. Biên độ dao động của viên bi là

A. 16 cm. B. 4 cm. C. $4\sqrt{3}$ cm. D. $10\sqrt{3}$ cm.

ĐÁP ÁN

1A	2B	3D	4C	5B	6C	7D	8A	9A	10A
11C	12C	13C	14A	15A	16C	17A	18B	19C	20A
21C	22B								

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn A. Ta có : $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}} = 50\,(\text{rad/s})$; $A = \sqrt{x^2 + \dfrac{v^2}{\omega^2}} = 5\,(\text{cm})$.

Con lắc nằm ngang, nên : $0 \le \Delta l \le A$. Suy ra :

$$F_{max} = kA = 12{,}5\,(\text{N}) \text{ và } F_{min} = k.0 = 0\,(\text{N}).$$

2. Chọn B. Tại vị trí có vận tốc 1,5 m/s, li độ : $x = \pm\sqrt{A^2 - \dfrac{v^2}{\omega^2}} = \pm 4\,(\text{cm})$.

Con lắc nằm ngang, nên : $\Delta l = |x| = 4$ cm. Suy ra : $F = k.\Delta l = 10\,(\text{N})$.

3. Chọn D. Ta có : $\Delta l_0 = 47{,}5 - 40 = 7{,}5\,(\text{cm})$. Theo giả thiết kéo ra rồi thả nhẹ $(x = 0)$. Suy ra : $\Delta l = A = 52{,}5 - 47{,}5 = 5\,(\text{cm})$.

Vì $A < \Delta l_0 \Rightarrow \Delta l_0 - A \le \Delta l \le \Delta l_0 + A \Rightarrow 2{,}5\text{ cm} \le \Delta l \le 12{,}5\text{ cm}$. Do đó :

$$F_{max} = k\Delta l_{max} = m\omega^2\Delta l_{max} = 5\ (N) \text{ và } F_{min} = m\omega^2\Delta l_{min} = 1\ (N).$$

4. Chọn C. Khi $v = 20\sqrt{3}$ cm/s, li độ : $x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega_l^2}} = \pm 4$ (cm).

- Với x = 4 cm thì : $\Delta l = \Delta l_0 + x = 7{,}5 + 4 = 11{,}5$ (cm). Suy ra :

$$F = m\omega^2\Delta l = 4{,}6\ (N).$$

- Khi x = − 4 cm thì : $\Delta l = \Delta l_0 + x = 7{,}5 - 4 = 3{,}5$ (cm). Suy ra :

$$F = m\omega^2\Delta l = 1{,}4\ (N).$$

5. Chọn B. Mỗi phần lò xo có chiều dài bằng $\frac{1}{4}$ chiều dài ban đầu, nên có độ cứng gấp 4 lần.

6. Chọn C. Ta có : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}}$; $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_2}}$; $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1} + \frac{m}{k_2}}$.

Từ đó, suy ra : $T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$.

7. Chọn D. Ta có : $\frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_1} + \frac{k}{m_2}} = \sqrt{\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2}}$.

8. Chọn A. Khi cắt thành n phần bằng nhau, độ cứng mỗi phần là : $k' = n.k$.
Mắc nối tiếp, độ cứng tương đương của hệ là : $k_h = n.k' = n^2.k$.

9. Chọn A. Ta có : $A = \frac{20}{2} = 10$ (cm) ; $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}20(0{,}1)^2 = 0{,}1$ (J).

10. Chọn A. Ta có : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20$ (rad/s), suy ra :

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 20\sqrt{10^2 - 5^2} = 100\sqrt{3}\ \text{(cm/s)}.$$

11. Chọn C. Ta có : $x = \pm\sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} = \pm\sqrt{10^2 - \frac{160^2}{20^2}} = \pm 6$ (cm).

12. Chọn C. $W_t = W_d = \frac{1}{2}W \Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}.\frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}} = \pm 5\sqrt{2}$ (cm).

13. Chọn C. Ta có : $T = \frac{1}{2}T_0 = 0{,}157$ (s).

14. Chọn A. Từ $W = \frac{1}{2}kA^2$ và dựa vào điều kiện bài toán để suy ra đáp án.

15. Chọn A. Ta có : $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$.

Khi $m' = 2m$ và A không đổi, thì $W' = \frac{1}{2}m'\omega^2A^2 = \frac{1}{2}.2m\omega^2A^2 = 2W$.

16. Chọn C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; $T' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}} \Rightarrow m' = m\left(\frac{T'}{T}\right)^2 = 200.\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 50$ (g).

17. Chọn A.

18. Chọn B. Cơ năng $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$ tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

19. Chọn C. Theo phương ngang, li độ trùng độ biến dạng của lò xo. Lực đàn hồi là lực hồi phục, luôn hướng về vị trí cân bằng.

20. Chọn A. $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_0}{m_0}}$; $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k_0}{\frac{1}{8}m_0}} = 4 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_0}{m_0}} = 4f_0$.

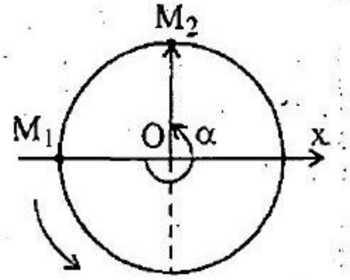
21. Chọn C. Độ biến dạng của lò xo tại vị trí cân bằng :

$$\Delta l_0 = \frac{mg}{k} = \frac{T^2}{4\pi^2}g = \frac{0,4}{4.10}10 = 0,1\ (m) = 10\ (cm) > A.$$

Như vậy, lò xo luôn dãn và có độ dài ngắn nhất khi quả nặng ở vị trí cao nhất ; chiều dương hướng xuống dưới, nên li độ của nó tại đây bằng :

$$x = -A = -8\ cm.$$

Khi vật đi từ VTCB theo chiều dương đến vị trí có li độ $x = -A$, thì vectơ $\overline{OM}$ phải quay (theo chiều dương) một góc : $\alpha = \pi + \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2}$ (như hình vẽ). Suy ra thời gian cần thiết là : $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\frac{3\pi}{2}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{3}{10}$ (s).



Hoặc, ta có thể nhận xét rằng quả nặng phải đi quãng đường 3A từ VTCB, cần thời gian $t = 3\frac{T}{4}$.

22. Chọn B. Tần số góc của dao động : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20}{0,2}} = 10$ (rad/s).

Ta có các hệ thức : $A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}}$ và $a = \omega^2x$.

Suy ra : $A = \sqrt{\left(\frac{a}{\omega^2}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{200\sqrt{3}}{10^2}\right)^2 + \left(\frac{20}{10}\right)^2} = 4$ (cm).

Chủ đề 3

CON LẮC ĐƠN. CON LẮC VẬT LÍ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Phương trình dao động điều hoà

• *Con lắc đơn* gồm vật nặng có kích thước nhỏ, khối lượng m, treo ở đầu một sợi dây mềm, không dãn, có chiều dài l.

• Khi bỏ qua mọi ma sát và với góc lệch nhỏ (biên độ góc $\alpha_m \leq 10^\circ$), dao động của con lắc đơn gần đúng là dao động điều hoà, thỏa mãn phương trình :

$$s = s_m\cos(\omega t + \varphi) = A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\alpha = \alpha_m\cos(\omega t + \varphi)$$

$$s = l\alpha\ ;\ s_m = l\alpha_m$$

trong đó : s là li độ, $s_m = A$ là biên độ, α là li độ góc, α_m là biên độ góc.

2. Các đại lượng đặc trưng và các thông số

• ***Tần số góc - Chu kì - Tần số***

Với góc lệch nhỏ, ta có : $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l}}\ ;\ T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}\ ;\ f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$.

• ***Vận tốc***

- Với biên độ góc α_m bất kì :

+ Khi đi qua vị trí có li độ góc α : $v_\alpha^2 = 2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$.

+ Khi qua vị trí cân bằng (VTCB) : $\alpha = 0$, $\cos\alpha = 1$. Khi đó :

$$v_{vtcb} = v_{max} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_m)}.$$

- Nếu $\alpha_m \leq 10^\circ$, thì có thể dùng : $1 - \cos\alpha_m = 2\sin^2\dfrac{\alpha_m}{2} \approx \dfrac{\alpha_m^2}{2}$. Khi đó, ta có :

$$v_{max} = \alpha_m\sqrt{gl} = \omega s_m \text{ và } v_\alpha = s' = -\omega s_m\sin(\omega t + \varphi).$$

• ***Lực căng dây*** τ

- Với biên độ góc α_m bất kì :

+ Khi qua vị trí có li độ góc α : $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_m)$.

+ Khi đi qua VTCB : $\alpha = 0$, $\cos\alpha = 1$. Suy ra :

$$\tau_{VTCB} = \tau_{max} = mg(3 - 2\cos\alpha_m).$$

+ Khi qua vị trí biên : $\alpha = \pm\alpha_m$, $\cos\alpha = \cos\alpha_m$. Suy ra :

$$\tau_{biên} = \tau_{min} = mg\cos\alpha_m.$$

- Nếu $\alpha_m \leq 10^\circ$, ta được :

$$\tau_{max} = mg(1 + \alpha_m^2)\ ;\ \tau_{min} = mg\left(1 - \frac{\alpha_m^2}{2}\right).$$

3. Năng lượng dao động

- *Động năng* : $W_{đ\alpha} = \frac{1}{2}mv_\alpha^2 = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_m)$.
- *Thế năng* : $W_{t\alpha} = mgh_\alpha = mgl(1-\cos\alpha)$ với $h_\alpha = l(1-\cos\alpha)$.
- *Cơ năng* : $W = W_{đ\alpha} + W_{t\alpha} = mgl(1-\cos\alpha_m) = W_{đ\max} = W_{t\max}$.

Vì $\alpha_m \le 10°$, dùng công thức tính gần đúng, ta được :

$$W = W_{t\max} = \frac{mgl}{2}\alpha_m^2 = \frac{mg}{2l}s_m^2 = \text{ hằng số.}$$

4. *Con lắc vật lí* là một vật rắn quay được quanh một trục cố định nằm ngang.
   - Phương trình dao động (biên độ góc nhỏ) :

$$\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi),\ \omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}},\ d = OG$$

trong đó, I là momen quán tính của vật đối với trục quay ; d là khoảng cách từ trọng tâm G của vật đến trục quay.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CON LẮC ĐƠN, CON LẮC VẬT LÍ

Phương pháp giải

1. *Sử dụng các công thức để xác định* ω *(hoặc* T *hoặc* f*).*
2. *Dựa vào điều kiện của đề bài để viết phương trình dao động, tương tự như đối với dao động điều hoà tổng quát (nghĩa là tìm* s_0 *và* φ*).*

Ví dụ 1. Một nhà địa chất dùng một con lắc đơn để xác định gia tốc trọng trường tại một vùng đất vừa thám hiểm. Khi ông điều chỉnh chiều dài dây đúng bằng 1 m thì con lắc thực hiện được 10 dao động trong vòng 20 s.

a) Giá trị của g là bao nhiêu ? Kết quả này có gợi ý gì không ?

b) Ban đầu người đó thả vật nặng với góc lệch 10°. Viết phương trình dao động của nó và cho biết động năng cực đại của quả nặng, biết m = 100 g.

Giải

a) Chu kì dao động của con lắc là : $T = \frac{20}{10} = 2$ (s).

Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} \Rightarrow g = \dfrac{4\pi^2 l}{T^2} = \dfrac{4\pi^2 l}{2^2} = 9{,}87\ (\text{m/s}^2)$.

Giá trị g này khá lớn (so với bình thường), chứng tỏ vùng đất này chứa khoáng sản có khối lượng riêng lớn (sắt, đồng, vàng...).

b) Phương trình tổng quát của dao động : $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$

Chọn t = 0 lúc vật ở biên dương. Ta có : $t = 0,\ \begin{cases}\alpha = \alpha_0\\ v = 0\end{cases} \Rightarrow \varphi = 0.$

Vậy $\alpha = 10\cos t\ (^\circ) = 0{,}17\cos t\ (\text{rad})$.

Động năng cực đại của vật bằng cơ năng của hệ :

$$W = mgl(1 - \cos\alpha_0) = \frac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = \frac{1}{2}.0{,}1.10.1(0{,}17)^2 = 0{,}015\ (\text{J}).$$

Ví dụ 2. Một thổ dân cho một cây gậy mảnh dài 3 m (giả sử đồng chất) dao động quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu thanh.

a) Tại một vùng đất, anh ta thấy cây gậy dao động chậm hơn so với các vùng xung quanh, anh ta có thể rút ra nhận xét gì ? Giả sử thấy cây gậy dao động qua vị trí cân bằng 21 lần trong vòng 29 s. Xác định giá trị của g.

b) Cho góc lệch cực đại là 5°. Viết phương trình dao động của gậy.

Giải

a) Tại vùng đất đó, gậy dao động chậm hơn nghĩa là chu kì dao động tăng lên. Do đó, anh ta nhận thấy giá trị g nhỏ hơn bình thường tức là vùng đất phía dưới có khối lượng riêng nhỏ hơn, đó có thể là vùng nước ngầm !

Trong mỗi chu kì, gậy đi qua vị trí thấp nhất (VTCB) 2 lần. Kể cả lần đếm đầu tiên thì số lần đi qua VTCB là : 2n + 1 = 21 ⇒ n = 10 (dao động).

Chu kì dao động : $T = \dfrac{t}{n} = \dfrac{29}{10} = 2{,}9\ (\text{s})$.

Momen quán tính của gậy (thanh dài) với trục quay đi qua đầu thanh :

$$I = \frac{1}{3}ml^2,\ d = OG = \frac{l}{2}.$$

Chu kì dao động :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}} \Rightarrow g = \frac{8\pi^2 l}{3T^2} = \frac{8\pi^2.3}{3.2{,}9^2} = 9{,}39\ (\text{m/s}^2).$$

b) Chọn thời điểm t = 0 khi gậy đi qua VTCB. Ta có :

$$t = 0,\ \begin{cases}\alpha = 0\\ v = v_{max} > 0\end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}.$$

Phương trình dao động : $\alpha = 5\cos\left(\dfrac{2\pi}{2{,}9}t + \dfrac{\pi}{2}\right)\ (^\circ)$.

Dạng 2. XÁC ĐỊNH VẬN TỐC VẬT NẶNG VÀ LỰC CĂNG DÂY

Phương pháp giải

1. *Xem chuyển động của vật nặng như chuyển động của một chất điểm trên một cung tròn bán kính l và sử dụng các công thức của chuyển động tròn.*
2. *Hợp lực của lực căng dây và thành phần cùng phương sợi dây của* $\vec{P}$ *đóng vai trò là lực hướng tâm :* $T - P_n = m\frac{v^2}{l}$.
3. *Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để xác định vận tốc theo góc lệch.*

Ví dụ 1. Một con lắc đơn dao động điều hoà với biên độ góc $\alpha_0 = 9^\circ$ và chu kì T = 2 s.

a) Xác định vận tốc cực đại của vật nặng.

b) Tìm vận tốc của vật tại vị trí có góc lệch $\alpha < \alpha_0$.

Giải

a) Theo định luật bảo toàn cơ năng : $W_{đ\max} = W_{t\max} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = mgh_{\max}$.

Ta có : $h_{\max}$ khi $\alpha = \alpha_0$ và khi đó :

$$h_{\max} = l - l\cos\alpha_0 \Rightarrow v_{\max}^2 = 2gl(1-\cos\alpha_0) \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}.$$

Mặt khác, ta có : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{T^2.g}{4\pi^2} \Rightarrow v = \frac{T.g}{2\pi}\sqrt{2(1-\cos\alpha_0)} = 0,5\ (m/s)$.

b) Cũng áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vị trí có góc lệch α bất kì :

$$W_đ + W_t = W_{t\max} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1-\cos\alpha) = mgl(1-\cos\alpha_0)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}.$$

Ví dụ 2. Một vật nặng m = 100 g treo vào đầu sợi dây nhẹ có chiều dài *l* ở vị trí sao cho dây căng và hợp với phương thẳng đứng 10° rồi thả cho dao động.

a) Tìm lực căng dây khi vật đi qua vị trí thấp nhất.

b) Tìm lực căng dây khi vật đi qua vị trí có góc lệch α.

Giải

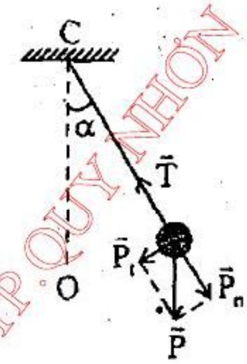
a) Lực tác dụng lên vật trong quá trình dao động gồm : trọng lực $\vec{P}$ và lực căng của dây treo $\vec{T}$; Tại vị trí thấp nhất của vật, hợp lực $\vec{P} + \vec{T}$ có phương của lực $\vec{T}$, đóng vai trò là lực hướng tâm, có độ lớn : $T - P = m\frac{v^2}{l}$. (*)

Tại vị trí này, vận tốc đạt cực đại, khi đó theo câu a, ví dụ 1, ta có :

$$v = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha_0)}.$$

Thay vào (*), với $P = mg$ ta có : $T = mg(3 - 2\cos\alpha_0) = 1,02$ (N).

a) Phân tích $\vec{P} = \vec{P}_t + \vec{P}_n$ (như hình vẽ). Khi đó $\vec{T} + \vec{P}_t$ đóng vai trò là lực hướng tâm, về độ lớn : $T - P_n = m\dfrac{v^2}{l}$.



Theo ví dụ 1, ta có : $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$

Với $P_n = P.\cos\alpha = mg\cos\alpha$, từ đó, ta có :

$$T = P_n + \frac{mv^2}{l} = mg\cos\alpha + \frac{m}{l}.2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$$

$$= mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0).$$

Dạng 3. SỰ PHỤ THUỘC CỦA CHU KÌ VÀO ĐỘ CAO, ĐỘ SÂU VÀ NHIỆT ĐỘ

Phương pháp giải

1. • Gia tốc trọng trường tại mặt đất là : $g = \dfrac{GM}{R^2}$.

• *Gia tốc trọng trường tại độ cao* h *so với mặt đất là :* $g_h = g\left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$.

• *Gia tốc trọng trường tại độ sâu* s *so với mặt đất là :* $g_s = g\dfrac{R-s}{R}$,

với R = 6400 km *là bán kính Trái Đất.*

2. *Chiều dài dây khi nhiệt độ thay đổi lượng* Δt : $l = l_0(1 + \alpha.\Delta t)$,
trong đó, l_0 *chiều dài ban đầu,* α *là hệ số nở dài của chất làm dây treo con lắc.*

• ***Chú ý.*** *Khi tính toán độ thay đổi nhỏ của chiều dài* $(\alpha.\Delta t << 1)$, *thường sử dụng công thức tính gần đúng :* $(1 + \alpha.\Delta t)^{\pm\frac{1}{2}} \approx 1 \pm \dfrac{1}{2}\alpha t$.

3. *Lập công thức tính chu kì dao động cho hai trường hợp : chu kì của con lắc chạy đúng* T *và chu kì của con lắc chạy sai* T'.

4. *Tính hiệu số* $\Delta T = |T' - T|$ *là sự sai khác trong mỗi chu kì dao động do ảnh hưởng của sự thay đổi độ cao* h *hoặc nhiệt độ* t°C.

5. • *Nếu* $T' > T$ *: số dao động ít hơn, suy ra đồng hồ chạy chậm.*
• *Nếu* $T' < T$ *: số dao động nhiều hơn, suy ra đồng hồ chạy nhanh.*

6. *Xét trong khoảng thời gian* t, *con lắc của đồng hồ chạy sai thực hiện* $n = \dfrac{t}{T'}$ *dao động, khi đó, sự sai khác thời gian dao động (đồng hồ quả lắc) là :*

$$\Delta t = n.\Delta T.$$

• ***Lưu ý.*** *Nếu độ chênh lệch giữa hai chu kì là nhỏ (khi độ sâu* s, *độ cao* h *là nhỏ hơn rất nhiều so với bán kính Trái Đất* R *; độ chênh lệch nhiệt độ ở hai nơi là nhỏ) thì* $n = \dfrac{t}{T'} \approx \dfrac{t}{T}$.

Ví dụ 1. Một đồng hồ quả lắc ban đầu ở mặt đất, được một người thợ mỏ mang xuống hầm sâu 5 km.

a) Cho rằng nhiệt độ ở hầm mỏ bằng nhiệt độ ở mặt đất. Hỏi trong một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh hay chậm lượng bao nhiêu ?

b) Sau một tuần, người đó đưa đồng hồ lên lại mặt đất, lúc này, đồng hồ sẽ chạy như thế nào ?

Giải

a) Chu kì dao động quả lắc ở mặt đất : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Chu kì dao động của quả lắc ở hầm mỏ : $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$, với $g' = g\frac{R-s}{R}$.

Từ đó, suy ra : $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{R}{R-s}} > 1 \Rightarrow T' > T$: đồng hồ chạy chậm lại.

Sự sai khác trong một chu kì là : $\Delta T = |T' - T| = T\left|\sqrt{\frac{R}{R-s}} - 1\right|$.

Ở độ sâu s, trong thời gian t con lắc thực hiện được $n = \frac{t}{T'}$ dao động, do đó, ở hầm mỏ, sự sai khác của đồng hồ là :

$$\Delta t = n.\Delta T = \frac{t}{T'}.\Delta T \approx t.\left|\sqrt{\frac{R}{R-s}} - 1\right| = 24.60.60.\left|\sqrt{\frac{6400}{6400-5}} - 1\right| \approx 33,77 \text{ (s)}.$$

b) Sau 1 tuần, đồng hồ chạy chậm : $\Delta T = 7\Delta t = 236,39$ (s) (gần 4 phút).

Khi đưa lên mặt đất, chu kì dao động của đồng hồ trở lại đúng bằng 1 s, nghĩa là mỗi ngày đêm chạy đúng 24 h. Nhưng do trước đó đã bị chậm đi lượng Δt, nếu không điều chỉnh lại thì trong những ngày tiếp theo, khác với ở hầm mỏ, lượng sai khác tăng dần theo thời gian, lượng sai khác này là xác định.

Ví dụ 2. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở nhiệt độ phòng (20°C). Vì thời tiết mùa hè, nhiệt độ tăng lên 35°C trong vòng 1 tuần lễ. Cho hệ số nở dài của dây treo con lắc $\alpha = 4.10^{-5}\,K^{-1}$.

a) Sau một tuần đó, đồng hồ chạy sai một thời gian bao nhiêu ?

b) Để đồng hồ chạy đúng trong thời gian đó, ta phải làm thế nào ?

Giải

a) Chu kì dao động của quả lắc ở 20°C : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Chu kì dao động của quả lắc ở 35°C : $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}}$, $l' = l(1 + \alpha.\Delta t^\circ)$.

Từ đó, suy ra : $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} = \sqrt{1 + \alpha.\Delta t^\circ} \approx 1 + \frac{1}{2}\alpha.\Delta t^\circ > 1 \Rightarrow T' > T$.

Vì $T' > T$ nên đồng hồ chạy chậm lại.

Sự sai khác trong 1 chu kì : $\Delta T = |T' - T| = \left|\frac{1}{2}\alpha.\Delta t^o\right|T$.

Ở 35°C, trong thời gian t, con lắc thực hiện được $n = \frac{t}{T'}$ dao động, sự sai khác của đồng hồ là :

$$\Delta t = n.\Delta T = \frac{t}{T'}.\Delta T \approx t.\frac{1}{2}\alpha.\Delta t = \frac{1}{2}.7.24.3600.4.10^{-5}.15 = 181,4\ (s).$$

b) Để đồng hồ chạy đúng, ta phải giảm chiều dài của dây treo, lượng giảm này bằng lượng tăng theo nhiệt độ :

$$\Delta t = l' - l = l.\alpha.\Delta t^o \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = \alpha.\Delta t^o = 4.10^{-5}.15 = 0,06.10^{-2} = 0,06\%.$$

Vậy, phải giảm chiều dài đi 0,06% so với ban đầu.

Ví dụ 3. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở mặt đất. Đưa đồng hồ đó lên độ cao $h = 1\,000$ m so với mặt đất thì mỗi ngày (24 giờ) đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu ? Bỏ qua sự thay đổi nhiệt độ, bán kính Trái Đất là $R = 6\,400$ km.

Giải

Khi đưa đồng hồ lên cao, chu kì dao động của quả lắc thay đổi do gia tốc trọng trường thay đổi. Gọi chu kì dao động của quả lắc ở trên mặt đất và ở độ cao h là T và T'. Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$; $g' = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$.

Từ đó, suy ra : $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R} > 1$. (1)

Suy ra $T' > T$, nghĩa là đồng hồ chạy chậm lại.

Từ (1) suy ra : $T' = T\left(1 + \frac{h}{R}\right)$, nên : $\frac{T' - T}{T} = \frac{h}{R} = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \Delta T = \frac{h}{R}T$.

Trong thời gian t, đồng hồ chạy sai thực hiện được $\frac{t}{T'}$ dao động. Do đó, đồng hồ sẽ chạy chậm một khoảng thời gian :

$$\Delta t = \frac{\Delta T}{T'}.t \approx \frac{h}{R}.t = \frac{h}{R}.86400 = \frac{1}{6400}.86400 = 13,5\ (s).$$

Dạng 4. CON LẮC ĐƠN CHỊU TÁC DỤNG CỦA NGOẠI LỰC

Phương pháp giải

> *Khi ngoài lực trọng lực, con lắc đơn chịu thêm tác dụng của một ngoại lực thì chu kì dao động sẽ thay đổi.*

1. *Ngoại lực có thể là lực quán tính, lực điện trường, lực Ác-si-mét, ...*
   - *Lực quán tính :* $\vec{F} = -m\vec{a}$ *(hay độ lớn* $F = ma$*),* $\vec{a}$ *là vectơ gia tốc chuyển động của hệ quy chiếu.*
   - *Lực điện trường :* $\vec{F} = q\vec{E}$ *(hay độ lớn* $F = |q|E$*),* q *là điện tích của quả cầu con lắc,* $\vec{E}$ *là vectơ cường độ điện trường.*
   - *Lực Ác-si-mét :* $F = \rho Vg$, ρ *là khối lượng riêng môi trường,* V *là thể tích phần vật ở trong môi trường.*
2. *Khi con lắc có tác dụng của ngoại lực ở trạng thái cân bằng thì :* $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$, *trong đó* $\vec{P}' = m\vec{g}'$ *gọi là trọng lực biểu kiến,* $\vec{g}'$ *là gia tốc trọng trường biểu kiến.*

   Tùy theo chiều của $\vec{P}$ *và* $\vec{F}$, *từ hình học, ta sẽ tìm được độ lớn* g' *tương ứng.*

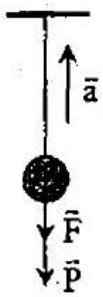
   Khi đó, chu kì mới của con lắc sẽ được tính bằng công thức : $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$.

   Đặc biệt, khi ngoại lực $\vec{F}$ *thẳng đứng xuống dưới, ta có :* $g' = g + \frac{F}{m}$.

Ví dụ 1. Một con lắc đơn khi ở yên trên mặt đất dao động với chu kì $T = 1$ s. Treo con lắc trong một thang máy, cho thang máy chuyển động nhanh dần đều hướng lên với gia tốc $a = 2$ m/s^2. Tính chu kì dao động T' của con lắc đơn. ($g = 9{,}81$ m/s^2).

Giải

Ta có : $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}_{qt}$. Vì $\vec{P}$ và $\vec{F}_{qt}$ (lực quán tính ngược chiều gia tốc thang máy) cùng chiều, nên : $P' = P + F_{qt}$. Khi đó : $g' = \frac{P'}{m} = \frac{P + F_{qt}}{m} = g + a$.



Suy ra : $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} = \sqrt{\frac{9{,}81}{9{,}81+2}} = 0{,}91$.

Từ đó : $T' = 0{,}91T = 0{,}91$ (s).

Ví dụ 2. Vật nặng của một con lắc đơn có khối lượng $m = 15$ g và điện tích $q = -3\sqrt{3}.10^{-4}$ C. Treo con lắc đơn trong một điện trường đều có cường độ $E = 500$ V/m và hướng theo phương ngang. Lấy $g = 10$ m/s^2. Chu kì dao động của con lắc trong điện trường là $T' = 1$ s. Tìm chiều dài dây treo con lắc.

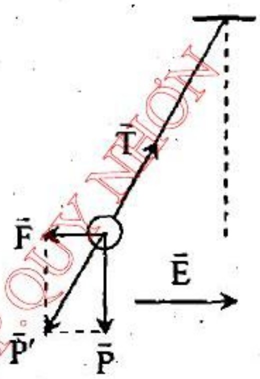
Giải

Ta có : $\vec{P}' = \vec{P} + \vec{F}$.

Vì $\vec{P} \perp \vec{F}$ nên $P' = \sqrt{P^2 + F^2} = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2}$

Khi đó : $g' = \dfrac{P'}{m} = \dfrac{\sqrt{(mg)^2 + (qE)^2}}{m}$. Thay số ta được :

$$g' = \frac{\sqrt{(0{,}015.10)^2 + (-3\sqrt{3}.10^{-4}.500)^2}}{0{,}015} = 20\ (\text{m/s}^2).$$



Từ $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}}$. Suy ra chiều dài dây treo con lắc là :

$$l = \frac{(T')^2 g'}{4\pi^2} = \frac{1^2.20}{4\pi^2} = 0{,}50\ (\text{m}) = 50\ (\text{cm}).$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một con lắc đơn có dây treo dài 50 cm và vật nặng có khối lượng 10 g thực hiện dao động với biên độ góc 6°. Cho $\pi^2 \approx 10$.

a) Tính vận tốc của vật khi nó đi qua vị trí cân bằng và khi nó ở vị trí có li độ 3°.

b) Tính lực căng của dây treo khi ở vị trí biên và khi ở vị trí có li độ 3°.

c) Tính cơ năng của dao động và thế năng ở vị trí có li độ 3°.

Bài 2. Một con lắc đơn có dây treo dài $l = 1$ m treo vào điểm cố định O. Trên phương thẳng đứng phía dưới điểm O có một cái đinh nhỏ ở vị trí O′, cách O một đoạn 0,5 m. Người ta kéo con lắc ra khỏi VTCB góc 10° rồi thả nhẹ. Coi rằng ma sát là không đáng kể, $g = 10\ \text{m/s}^2$. Tính :

a) Biên độ dao động hai bên VTCB và lực căng dây tại hai biên.

b) Chu kì dao động của con lắc.

Bài 3. Một đĩa mỏng có khối lượng m, bán kính R = 10 cm có thể quay không ma sát quanh một trục nằm ngang cách tâm đĩa một khoảng d. Cho đĩa lệch đi một góc nhỏ rồi thả ra. Tính chu kì dao động của đĩa.

Cho rằng, momen quán tính đối với một trục quay song song và cách trục quay qua tâm một khoảng d có mối liên hệ : $I = I_O + md^2$.

Bài 4. Một thanh thước mảnh, thẳng có chiều dài l có thể quay quanh một trục quay không ma sát nằm ngang vuông góc với thước. Trục quay có thể đi qua bất kì vị trí nào trên thước. Với vị trí nào của trục quay thì chu kì dao động nhỏ của thước là nhỏ nhất ?

Cho rằng, momen quán tính đối với một trục quay song song và cách trục quay qua tâm một khoảng d có mối liên hệ : $I = I_O + md^2$.

Bài 5. Một đồng hồ gõ giây chạy đúng ở mặt đất, được đưa lên trạm vũ trụ Hoà Bình ở độ cao 400 km.

a) Trong một ngày đêm, đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu ?

b) Để đồng hồ tiếp tục chạy đúng, cần phải điều chỉnh chiều dài con lắc như thế nào ?

c) Nếu ở đó, nhiệt độ thấp hơn ở mặt đất 10°C thì ta có cần phải điều chỉnh chiều dài con lắc nữa không ? Nếu không điều chỉnh, trong một ngày đêm con lắc chạy nhanh hay chậm bao nhiêu ? Cho hệ số nở dài của dây treo con lắc $\alpha = 4.10^{-5}\,K^{-1}$.

Bài 6. Một con lắc đơn có dây treo dài 1 m, vật nhỏ nặng 100 g mang điện tích $q = 10^{-4}\,C$. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

a) Tìm chu kì dao động của con lắc.

b) Treo con lắc giữa hai bản kim loại song song có một hiệu điện thế 500 V và cách nhau 10 cm. Xác định VTCB và chu kì dao động của con lắc, biết rằng hai bản đặt thẳng đứng.

Bài 7. Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy đi lên, chu kì dao động của nó là 1,2 s ; khi đi xuống, chu kì dao động là 1,6 s.

a) Xác định gia tốc của thang máy, biết chuyển động của thang máy là nhanh dần đều và gia tốc có độ lớn như nhau trong hai trường hợp.

b) Nếu nửa quãng đường sau của giai đoạn đi lên, thang máy chuyển động chậm dần đều với gia tốc $2\ m/s^2$, thì chu kì dao động của con lắc trong giai đoạn này bằng bao nhiêu ? Cho $g = 10\ m/s^2$.

Bài 8. Một con lắc đơn có chiều dài 1 m, mang vật nặng 100 g. Người ta kéo vật ra khỏi VTCB một góc 6° rồi truyền cho nó một vận tốc 1 m/s theo phương vuông góc với sợi dây. Cho $g = 10\ m/s^2$.

a) Tính độ cao cực đại cực đại so với VTCB mà vật có thể đạt được.

b) Tìm vận tốc, động năng và lực căng của dây treo tại vị trí có góc lệch 5°.

c) Sau thời gian ngắn nhất là bao lâu kể từ khi vật ở vị trí cao nhất, nó có góc lệch bằng 3° ?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Ta có : $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$.

Với góc lệch nhỏ, ta suy ra : $\cos\alpha = 1 - 2\sin^2\dfrac{\alpha}{2} \approx 1 - \dfrac{\alpha^2}{2}$.

Vậy $$v = \sqrt{g\ell(\alpha_0^2 - \alpha^2)}.$$

Tại VTCB, vật có li độ 0°, suy ra : $v_0 = \dfrac{\pi\sqrt{5}}{30} \approx 2{,}34$ (m/s).

Vận tốc tại vị trí có li độ 3° là : $v = \dfrac{\pi\sqrt{15}}{60} \approx 2{,}03$ (m/s).

b) Ta có : $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$.

Với góc lệch nhỏ, ta suy ra : $\cos\alpha = 1 - 2\sin^2\dfrac{\alpha}{2} \approx 1 - \dfrac{\alpha^2}{2}$.

Vậy : $$\tau = mg(\alpha_0^2 + 1 - \frac{3}{2}\alpha^2).$$

- Lực căng tại VTCB, có li độ 0° là : $\tau_0 = 0{,}101$ N.
- Lực căng tại vị trí có li độ 3° là : $\tau = 0{,}099$ N.

c) Cơ năng bảo toàn, ta có : $W = \dfrac{1}{2}mgl\alpha_0^2 = 0{,}27$ (mJ).

Thế năng tại vị trí có li độ 3° :

$$W_t = mgh = mgl(1-\cos\alpha) = \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = 0{,}07 \text{ (mJ)}.$$

Bài 2. a) Chuyển động của con lắc gồm hai giai đoạn : khi chưa vướng vào đinh và khi vướng vào đinh. Cả hai giai đoạn, nếu biên độ nhỏ thì có thể xem là dao động điều hoà (chính xác là dao động tuần hoàn).

Khi chưa mắc vào đinh, con lắc có chiều dài $l = 1$ m dao động với biên độ 10°, lực căng dây tại vị trí biên có giá trị là : $\tau = mg\cos\alpha_0$.

Khi mắc vào đinh, con lắc có chiều dài $l' = 0{,}5$ m dao động với biên độ α'_0. Cơ năng của con lắc được bảo toàn, từ đó ta có hệ thức : τ

$$l(1-\cos\alpha_0) = l'(1-\cos\alpha'_0).$$

Thay số ta được : $\cos\alpha'_0 = 2\cos 10° - 1 \Rightarrow \alpha'_0 = 14{,}16° = 0{,}247$ rad.

Lực căng dây có giá trị : $\tau = mg\cos\alpha'_0$.

b) Chu kì dao động của con lắc khi chưa vướng vào đinh là :

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{10}} = 2 \text{ (s)}.$$

Chu kì dao động của con lắc khi vướng vào đinh là :

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}5}{10}} = \sqrt{2} \text{ (s)}.$$

Suy ra chu kì của con lắc là : $T = \dfrac{1}{2}(T_1 + T_2) = \dfrac{1}{2}(2+\sqrt{2}) \approx 1{,}71$ (s).

Bài 3. Momen quán tính của đĩa đối với trục quay vuông góc với mặt phẳng đĩa và đi qua tâm đĩa là : $I_O = \dfrac{1}{2}mR^2$, với $d = \dfrac{R}{2}$.

Suy ra : $$I = I_O + md^2 = \frac{1}{2}mR^2 + m\left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{3}{4}mR^2.$$

Chu kì dao động của đĩa : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}} = \pi\sqrt{\dfrac{3R}{g}} = 3{,}14.\sqrt{\dfrac{2.0{,}1}{10}} \approx 0{,}44$ (s).

Bài 4. Chu kì dao động của thước đối với một trục quay vuông góc với thước và cách tâm thước một khoảng x là : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgx}}$.

Momen quán tính của thước : $I = \dfrac{1}{12}ml^2 + mx^2$.

Suy ra : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgx}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\frac{1}{12}ml^2 + mx^2}{mgx}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l^2}{12g}\cdot\dfrac{1}{x} + \dfrac{x}{g}}$.

Vậy : $$T \geq 2\pi\sqrt{2\sqrt{\dfrac{l^2}{12g}\cdot\dfrac{1}{x}\cdot\dfrac{x}{g}}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\sqrt{3}}}.$$

Dấu bằng của bất đẳng thức Cô-si xảy ra khi : $\dfrac{l^2}{12g}\cdot\dfrac{1}{x} = \dfrac{x}{g} \Rightarrow x = \dfrac{l}{2\sqrt{3}}$.

Bài 5. a) Ta có : $\Delta T = \dfrac{h}{R}T$ và đồng hồ chạy chậm một lượng :

$$\Delta t \approx t.\frac{h}{R} = 86\,400.\frac{400}{6\,400} = 5\,400\ (s).$$

b) Ta có : $$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'.g}{l.g'}} = \frac{R+h}{R}.\sqrt{\frac{l'}{l}}.$$

Do đó, để đồng hồ chạy đúng thì $T = T'$, nghĩa là : $\dfrac{l'}{l} = \left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$.

Cần cắt ngắn dây đi một đoạn bằng chiều dài ban đầu.

c) Khi nhiệt độ giảm, chu kì dao động của con lắc bằng :

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l(1+\alpha.\Delta t^\circ)}{g\left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2}} \approx T\frac{R+h}{R}(1+\frac{1}{2}\alpha.\Delta t^\circ).$$

Suy ra : $$\frac{T'}{T} = \frac{R+h}{R}(1+\frac{1}{2}\alpha.\Delta t^\circ).$$

Như vậy, cần phải tiếp tục điều chỉnh độ dài của con lắc để đồng hồ tiếp tục chạy đúng.

Nếu không điều chỉnh, trong một chu kì dao động con lắc chạy sai một lượng : $\Delta T = T' - T = \left[\dfrac{h}{R} + \dfrac{1}{2}\left(1+\dfrac{h}{R}\right)\alpha.\Delta t^\circ\right]T$.

Vậy, trong một ngày đêm, đồng hồ sẽ chạy sai một lượng là :

$$\Delta t \approx \left[\frac{h}{R} + \frac{1}{2}\left(1+\frac{h}{R}\right)\alpha.\Delta t^\circ\right].t$$

$$= \left[\frac{400}{6\,400} + \frac{1}{2}\left(1+\frac{400}{6\,400}\right).4.10^{-5}.10\right].86\,400 = 20,52\ (s).$$

Bài 6. a) Chu kì dao động : $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2.3,14.\sqrt{\frac{1}{10}} \approx 2$ (s).

b) Khi đặt trong điện trường, ngoài trọng lực con lắc còn chịu thêm tác dụng của lực điện, lực điện có phương của điện trường, tức là nằm ngang. Khi đó, trọng lực biểu kiến tác dụng lên vật nặng có độ lớn :

$$P' = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2} \Rightarrow g' = \frac{P'}{m} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{qU}{md}\right)^2}.$$

Chu kì dao động mới của con lắc :

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 3.3,14.\sqrt{\frac{1}{\sqrt{10^2 + \left(\frac{10^{-4}.500}{0,1.0,1}\right)^2} \approx 11,18.}} \approx 1,88 \text{ (s)}.$$

Bài 7. a) Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc a, thì chu kì dao động của nó bằng : $T_u = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}$,

với $g' = g + a$ (vì lực quán tính cùng chiều với trọng lực).

Khi thang máy đi xuống nhanh dần đều với gia tốc a, thì chu kì dao động của nó bằng : $T_d = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$,

với $g' = g - a$ (vì lực quán tính ngược chiều với trọng lực).

Từ đó, suy ra : $\frac{T_u^2}{T_d^2} = \frac{g-a}{g+a} \Rightarrow a = \frac{(T_d^2 - T_u^2)g}{T_d^2 + T_u^2} = \frac{(1,6^2 - 1,2^2).10}{1,6^2 + 1,2^2} = 2,8\,(\text{m/s}^2)$.

b) Khi thang máy đi lên chậm dần đều với gia tốc thì chu kì dao động của nó bằng : $T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}} = T\sqrt{\frac{g}{g-a}} = 1,92\sqrt{\frac{10}{10-2}} \approx 2,15$ (s).

Bài 8. a) Giả sử vật nặng có thể lên đến độ cao cực đại bằng h thì tại vị trí đó vận tốc của nó bằng 0, cơ năng của vật bằng : W = mgh.

Cơ năng của con lắc ngay sau khi truyền vận tốc là :

$$W_0 = mgl(1 - \cos 6°) + \frac{1}{2}mv_0^2$$

Bỏ qua sức cản của không khí, cơ năng của nó được bảo toàn, ta có :

$$W = W_0 \Rightarrow mgh = mgl(1 - \cos 6°) + \frac{1}{2}mv_0^2.$$

Suy ra : $h = l(1 - \cos 6°) + \frac{1}{2g}v_0^2 = 1.(1 - \cos 6°) + \frac{1}{2.10}.1^2 \approx 0,055$ (m).

b) Vận tốc của vật nặng tại vị trí có góc lệch 5°, với bằng :

$$v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)} = \sqrt{2.10.1.(\cos 5° - \cos 6°)} \approx 0,183\,(\text{m/s}).$$

Động năng vật là : $W_đ = mgl(\cos\alpha - \cos\alpha_0) \approx 1,67.10^{-3}$ (J).

(Ta cũng có thể tìm được động năng của vật tại vị trí đó bằng phương pháp bảo toàn cơ năng).

Lực căng dây có độ lớn : $\tau = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0) \approx 1$ (N).

c) Chọn gốc thời gian lúc vật ở vị trí cao nhất, phương trình dao động của nó có dạng : $\alpha = \alpha_0\cos\frac{2\pi}{T}t$ (rad).

Tại vị trí có góc lệch $\alpha = 3^o$, ta có :

$$\cos\frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{2} \Rightarrow t = \frac{T}{6} + k.T = \frac{T}{6} = \frac{1}{3}\text{ (s) (chọn k = 0).}$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Một con lắc vật lí có khối lượng 2 kg có momen quán tính 2 kg.m^2 dao động quanh một trục nằm ngang, cách trọng tâm 1 m, tại vị trí có $g = 9,8$ m/s^2. Chu kì của dao động là

A. 2 s. B. 1 s. C. $\frac{3}{2}$ s. D. $\frac{2}{3}$ s.

2. Một thanh mảnh dài l dao động quanh một trục nằm ngang, cách trọng tâm $\frac{1}{3}$ chiều dài. Biểu thức của chu kì T là

A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{g}}$. B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$. D. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$.

3. Một con lắc vật lí có dạng một thanh mảnh, dài $l = 1$ m, có momen quán tính là 3 kg.m^2, nặng 0,3 kg dao động quanh trục đi qua một đầu của thanh với chu kì T = 6,4 s. Gia tốc trọng trường tại đó là

A. 9,81 m/s^2. B. 9,72 m/s^2. C. 9,46 m/s^2. D. 19,26 m/s^2.

- Một con lắc đơn dao động với phương trình : $\alpha = \alpha_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Trả lời các câu hỏi 4 và 5.

4. Vận tốc của quả nặng khi đi qua VTCB là

A. $v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$. B. $v_{max} = \sqrt{2g(1 - \cos\alpha_0)}$.

C. $v_{max} = \sqrt{2l(1 - \cos\alpha_0)}$. D. $v_{max} = \sqrt{\frac{2g}{l}(1 - \cos\alpha_0)}$.

5. Lực căng dây tại vị trí biên là

A. $\tau_b = mg(3 - 2\cos\alpha_0)$. B. $\tau_b = mg\cos\alpha_0$.

C. $\tau_b = \frac{m}{g}(3 - 2\cos\alpha_0)$. D. $\tau_b = \frac{m}{g}\cos\alpha_0$.

6. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở mặt đất, khi được đưa lên trạm vũ trụ cách mặt đất 600 km thì trong 1 ngày đêm chạy sai khác lượng bao nhiêu ? Lấy bán kính Trái Đất là R = 6 400 km.

A. Nhanh 2 h 3 phút. B. Nhanh 2 h 15 phút.
C. Chậm 2 h 3 phút. D. Chậm 2 h 15 phút.

7. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở mặt đất, khi được đưa xuống hầm sâu 10km thì trong 1 ngày đêm chạy sai khác lượng bao nhiêu ? Lấy bán kính Trái Đất là R = 6 400 km.

A. Nhanh 2 phút 15 giây. B. Nhanh 1 phút 8 giây.
C. Chậm 1 phút 8 giây. D. Chậm 2 phút 15 giây.

8. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở nhiệt độ 25°C, khi trời nóng nhiệt độ tăng lên là 35°C, trong 1 ngày đêm chạy sai khác lượng bao nhiêu ? Cho hệ số nở dài của dây treo con lắc là $\alpha = 5.10^{-5}\ K^{-1}$.

A. Nhanh 22 s. B. Chậm 22 s. C. Nhanh 44 s. D. Chậm 44 s.

9. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng ở nhiệt độ 30°C. Vào mùa đông, nhiệt độ giảm xuống còn 15°C, trong 1 ngày đêm chạy sai khác lượng bao nhiêu ? Cho hệ số nở dài của dây treo con lắc là $\alpha = 5.10^{-5}\ K^{-1}$.

A. Nhanh 32 s. B. Chậm 33 s. C. Nhanh 66 s. D. Chậm 66 s.

10. Một con lắc đơn gồm sợi dây có khối lượng không đáng kể, không dãn, có chiều dài và viên bi có khối lượng m. Kích thích cho con lắc dao động điều hoà ở nơi có gia tốc trọng trường g. Nếu chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng của viên bi thì thế năng của con lắc này ở li độ góc có biểu thức là

A. $mgl(3-2\cos\alpha)$. B. $mgl(1-\sin\alpha)$.
C. $mgl(1+\cos\alpha)$. D. $mgl(1-\cos\alpha)$.

11. Khi đưa một con lắc đơn lên cao theo phương thẳng đứng (coi chiều dài của con lắc không đổi) thì tần số dao động điều hoà của nó sẽ

A. tăng vì tần số dao động điều hoà tỉ lệ nghịch với gia tốc trọng trường.
B. giảm vì gia tốc trọng trường giảm theo độ cao.
C. không đổi vì tần số dao động điều hoà không phụ thuộc vào gia tốc trọng trường.
D. tăng vì chu kì dao động của nó giảm.

12. Tại một nơi, chu kì dao động điều hoà của một con lắc đơn là 2,0 s. Sau khi tăng chiều dài của nó thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hoà của nó là 2,2 s. Chiều dài ban đầu của con lắc lò xo này là

A. 101 cm. B. 99 cm. C. 98 cm. D. 100 cm.

13. Tại một nơi xác định, chu kì dao động điều hoà của con lắc đơn tỉ lệ thuận với

A. gia tốc trọng trường. B. chiều dài con lắc.
C. căn bậc hai gia tốc trọng trường. D. căn bậc hai chiều dài con lắc.

14. Tại một nơi xác định, một con lắc đơn dao động điều hoà với chu kì T, khi chiều dài con lắc tăng lên 4 lần thì chu kì con lắc

A. không đổi. B. tăng 16 lần. C. tăng 2 lần. D. tăng 4 lần.

15. Một con lắc đơn gồm một hòn bi nhỏ khối lượng m, treo vào một sợi dây không dãn, khối lượng không đáng kể. Khi con lắc đơn này dao động điều hoà với chu kì 3 s thì hòn bi chuyển động trên một cung tròn dài 4 cm. Thời gian để hòn bi đi được 2 cm kể từ vị trí cân bằng là

A. 0,75 s. B. 0,5 s. C. 1,5 s. D. 0,25 s.

16. Một con lắc đơn được treo vào trần thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hoà với chu kì T. Khi thang máy đi lên thẳng đứng chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động điều hoà với chu kì T bằng

A. 2T. B. $\dfrac{T}{2}$. C. $T\sqrt{2}$. D. $\dfrac{T}{\sqrt{2}}$.

17. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về dao động của con lắc đơn (bỏ qua lực cản môi trường) ?

A. Khi vật nặng ở vị trí biên, cơ năng của con lắc bằng thế năng của nó.

B. Chuyển động của con lắc từ vị trí biên về vị trí cân bằng là nhanh dần.

C. Khi vật nặng đi qua vị trí cân bằng, trọng lực tác dụng lên nó cân bằng với lực căng của dây.

D. Với dao động thì dao động của con lắc là dao động điều hoà.

ĐÁP ÁN

1A	2C	3D	4A	5B	6C	7D	8B	9A	10D
11B	12D	13D	14C	15A	16C	17C			

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn A. Chu kì : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2}{2.9,8.1}} = 2\ (s)$.

2. Chọn C. Momen quán tính $I = \dfrac{1}{12}ml^2 + md^2 = \dfrac{1}{12}ml^2 + m\left(\dfrac{l}{2} - \dfrac{l}{3}\right)^2 = \dfrac{1}{9}ml^2$,

với $d = \dfrac{l}{2} - \dfrac{l}{3} = \dfrac{l}{6}$. Suy ra : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{mgd}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{2l}{3g}}$.

3. Chọn D. Ta có : $g = \dfrac{4\pi^2 I}{T^2.md} = \dfrac{4\pi^2.3}{6,4^2.0,3.0,5} = 19,26\ (m/s^2)$.

4. Chọn A. Ta có : $v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$.

Tại VTCB thì $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1$. Từ đó : $v_{max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$.

5. Chọn B. Ta có : $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$.

Tại vị trí biên thì $\alpha = \alpha_0$. Từ đó : $T_b = mg\cos\alpha_0$.

6. Chọn C. Áp dụng $\Delta t \approx t.\dfrac{h}{R} = 24.\dfrac{600}{6\,400} = 2$ h 15 phút.

7. Chọn D. Tương tự ví dụ 1, dạng 3.

8. Chọn B. Nhiệt độ tăng lên, chiều dài con lắc dài ra, do đó chu kì dao động tăng, tức đồng hồ chạy chậm lại.

Áp dụng : $\Delta t \approx t.\dfrac{1}{2}\alpha.\Delta t^{o} = 86\,400.\dfrac{1}{2}.5.10^{-5}.10 \approx 22$ (s).

9. Chọn A. Nhiệt độ giảm xuống, chiều dài con lắc giảm, do đó chu kì giảm, tức đồng hồ chạy nhanh lên.

Áp dụng : $\Delta t \approx t.\dfrac{1}{2}\alpha.\Delta t^{o} = 86\,400.\dfrac{1}{2}.5.10^{-5}.15 \approx 32$ (s).

10. Chọn D. Thế năng vật nặng : $W_t = mgh = mg(l - l.\cos\alpha) = mgl(1 - \cos\alpha)$.

11. Chọn B. Ta có : $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}}$. Khi lên cao, g giảm, do đó f giảm.

12. Chọn D. Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$; $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l'}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l + \Delta l}{g}}$. Từ đó, suy ra :

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l + \Delta l}{l}} \Rightarrow l = \frac{\Delta l}{\left(\dfrac{T'}{T}\right)^2 - 1} = \frac{21}{\left(\dfrac{2,2}{2}\right)^2 - 1} = 100 \text{ (cm)}.$$

13. Chọn D. Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$. Ta thấy, T tỉ lệ với $\sqrt{l}$.

14. Chọn C. Ta có : $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{4l_0}{g}} = 2.2\pi\sqrt{\dfrac{l_0}{g}} = 2T_0$: chu kì tăng 2 lần.

15. Chọn A. Biên độ dao động bằng một nửa độ dài cung tròn, tức bằng 2 cm. Hòn bi đi được 2 cm kể từ vị trí cân bằng O tức là đi từ O ra biên, cần khoảng thời gian bằng $\dfrac{T}{4} = \dfrac{3}{4} = 0,75$ s.

16. Chọn C. Khi thang máy đi lên thẳng đứng chậm dần đều thì vectơ gia tốc của thang máy hướng xuống, lực quán tính hướng lên (ngược chiều với trọng lực), do đó, trọng lực biểu kiến là : $P' = P - F = mg - ma$.

Do đó, gia tốc trọng trường biểu kiến là : $g' = \dfrac{P'}{m} = g - a = g - \dfrac{g}{2} = \dfrac{g}{2}$.

Vậy chu kì : $T' = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\dfrac{1}{2}g}} = \sqrt{2}.2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = T\sqrt{2}$.

17. Chọn C. Khi vật nặng qua vị trí cân bằng, tổng hợp lực tác dụng lên vật nặng đóng vai trò là lực hướng tâm : $T - P = m\frac{v^2}{l}$.

Suy ra lực căng dây treo : $T = m\frac{v^2}{l} + P > P$.

Chủ đề 4

DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ DAO ĐỘNG DUY TRÌ DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC - CỘNG HƯỞNG

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Dao động tắt dần và dao động duy trì

- *Dao động tắt dần* là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.
- *Nguyên nhân* dao động tắt dần là do lực ma sát hay lực cản của môi trường. Các lực này luôn ngược chiều với chiều chuyển động, nên sinh công âm, làm giảm cơ năng của vật dao động. Các lực này càng lớn thì sự tắt dần càng nhanh.
- Nếu ta *cung cấp thêm năng lượng* cho vật dao động tắt dần (do ma sát) để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà *không làm thay đổi chu kì riêng* của nó thì dao động kéo dài mãi mãi và được gọi là *dao động duy trì*.

2. Dao động cưỡng bức

- *Dao động cưỡng bức* là dao động của hệ chịu tác dụng của một ngoại lực biến thiên tuần hoàn theo thời gian với tần số góc ω :

$$F = F_0 \cos \Omega t$$

- *Đặc điểm* :

+ Dao động cưỡng bức là dao động điều hoà (có dạng sin).

+ Tần số góc của dao động cưỡng bức bằng tần số góc Ω của ngoại lực.

+ Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ thuận với biên độ F_0 của ngoại lực và phụ thuộc vào tần số góc Ω của ngoại lực.

Lực gây ra dao động cưỡng bức gọi là *lực cưỡng bức*.

3. Sự cộng hưởng

Cộng hưởng là hiện tượng biên độ A của dao động cưỡng bức tăng nhanh và đạt giá trị cực đại khi tần số góc của ngoại lực (gần đúng) bằng tần số góc riêng ω_0 của hệ dao động tắt dần.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. BÀI TẬP VỀ DAO ĐỘNG TẮT DẦN

Phương pháp giải

> *Trong quá trình dao động, nếu có ma sát thì cơ năng của con lắc giảm dần, nên biên độ giảm dần.*
>
> - *Độ giảm cơ năng bằng công của lực ma sát.*
> - *Độ giảm biên độ sau mỗi chu kì là một hằng số.*
> - *Chu kì dao động của vật được coi là không đổi (khi lực cản nhỏ).*
> - *Lực ma sát :* $F_{ms} = \mu N$
>
> *trong đó,* μ *là hệ số ma sát, N là độ lớn của áp lực lên mặt tiếp xúc.*
>
> - *Công của lực ma sát :* $|A_{ms}| = |F_{ms}s|$
>
> *trong đó, s là quãng đường vật đi được trong thời gian ta xét.*
>
> - *Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng, ta có :* $\Delta W = W_1 - W_2 = |A_{ms}|$.

Ví dụ 1. Một con lắc lò xo gồm vật có khối lượng m = 0,1 kg, lò xo có độ cứng k = 40 N/m được đặt theo phương nằm ngang, một đầu cố định. Kéo vật m lệch khỏi vị trí cân bằng một đoạn 10 cm rồi thả nhẹ cho vật dao động. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là $\mu = 0{,}1$. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

a) Xác định quãng đường mà vật đi được kể từ lúc bắt đầu dao động cho đến khi dừng hẳn.

b) Vật dao động trong thời gian bao lâu ?

Giải

a) Do có ma sát, nên dao động của vật là dao động tắt dần. Cơ năng của hệ đã chuyển thành công của lực ma sát. Ta có :

$$W = |A_{ms}| \Leftrightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \mu mgs \Rightarrow s = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{40.0{,}1^2}{2.0{,}1.0{,}1.10} = 2\ (m).$$

b) Gọi ΔA là độ giảm biên độ sau mỗi chu kì. Trong nửa chu kì đầu vật chuyển động từ biên độ A_1 giảm đến biên độ A_2, ta có :

$$\frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}kA_2^2 = \mu mg(A_1 + A_2) \Rightarrow A_1 - A_2 = \frac{2\mu mg}{k}. \qquad (1)$$

Tương tự, trong nửa chu kì tiếp theo : $A_2 - A_3 = \frac{2\mu mg}{k}$. (2)

Từ (1) và (2), suy ra độ giảm biên độ sau mỗi chu kì dao động là :

$$\Delta A = A_1 - A_3 = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4.0,1.0,1.10}{40} = 0,01\ (\text{m}) = 1\ (\text{cm}).$$

Số chu kì dao động mà vật thực hiện được là : $n = \frac{A}{\Delta A} = \frac{10}{1} = 10$ chu kì.

Thời gian dao động là : $t = nT = n2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 10.2.3,14\sqrt{\frac{0,1}{40}} = 3,14\ (\text{s})$.

Ví dụ 2. Một con lắc lò xo có độ cứng k, khối lượng không đáng kể, vật nặng có khối lượng m trượt trên mặt phẳng ngang với hệ số ma sát là μ. Bỏ qua lực cản không khí, vật dao động tắt dần do ma sát trượt. Chứng minh rằng, biên độ giảm theo cấp số cộng. Tìm công sai của cấp số cộng đó nếu các số hạng của cấp số là các biên độ của các chu kì kế tiếp nhau.

Giải

Xét trong một nửa chu kì, vật trượt thẳng từ biên độ A_1 đến biên độ A_2.

Biến thiên cơ năng là : $\Delta W = \frac{1}{2}kA_2^2 - \frac{1}{2}kA_1^2$. (1)

Công của lực ma sát là : $A_{ms} = -\mu mg(A_1 + A_2)$. (2)

Ta có : $\Delta W = A_{ms} \Leftrightarrow \frac{1}{2}k(A_2^2 - A_1^2) = -\mu mg(A_1 + A_2)$, suy ra :

$$\Delta A = A_2 - A_1 = -\frac{2\mu mg}{k}.$$

Điều đó chứng tỏ biên độ dao động của vật giảm theo cấp số cộng. Nếu các số hạng của cấp số cộng là biên độ các chu kì tiếp nhau thì công sai là :

$$d = 2|\Delta A| = \frac{4\mu mg}{k}.$$

Dạng 2. BÀI TẬP VỀ DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC - CỘNG HƯỞNG

Phương pháp giải

- *Dựa vào điều kiện xảy ra hiện tượng cộng hưởng, ta có :*

$$\omega = \omega_0 \Leftrightarrow f = f_0 \Leftrightarrow T = T_0.$$

- *Nếu đề bài cho quãng đường* s *vật đi được sau chu kì* T *thì ta sẽ tìm được tốc độ trung bình của vật thông qua biểu thức :*

$$v = \frac{s}{T}.$$

- *Nếu đề bài cho tốc độ trung bình của vật thì ta sẽ tìm được quãng đường vật đi được trong thời gian* T *tương ứng là :* $s = vT$.

Ví dụ 1. Một xe ô tô chạy trên đường, cứ cách 8 m lại có một cái mô đất nhỏ. Chu kì dao động tự do của khung xe trên các lò xo là 1,5 s. Xe chạy với tốc độ nào thì khung xe bị rung mạnh nhất ?

Giải

Xe bị rung mạnh nhất khi : $\omega = \omega_{\text{khung xe}} \Leftrightarrow T = T_{\text{khung xe}} = 1,5\ s$.

Khi đó, xe có tốc độ là : $v = \frac{s}{T} = \frac{8}{1,5} = 5,33$ (m/s).

Ví dụ 2. Một đoạn đường bị giới hạn tốc độ, các ô tô không được chạy quá 18 km/h. Người ta phải làm các vạch hạn chế tốc độ có dạng những con lươn nằm ngang trên mặt đường. Các con lươn này cách đều nhau như thế nào để các xe không chạy vượt quá tốc độ trên ? Giả sử rằng bộ giảm xóc của các ô tô có chu kì dao động bằng 0,2 s.

Giải

Ta có : 18 km/h = 5 m/s. Xe chạy trên các con lươn sẽ bị xóc, xe bị xóc càng mạnh thì không thể chạy nhanh được. Xe xóc mạnh nhất khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng, nghĩa là chu kì xóc gây ra bởi các con lươn bằng chu kì riêng của xe, $T = 0,2$ s.

Mặt khác, thời gian để xe đi giữa hai con lươn cách nhau một khoảng d bằng :

$$t = \frac{d}{v} = \frac{d}{5}.$$

Ta có : $t = T \Rightarrow 0,2 = \frac{d}{v} = \frac{d}{5} \Rightarrow d = 1\ m.$

Vậy, các con lươn phải có dạng những dải ngang song song cách đều nhau một khoảng d = 1 m. Thực tế, trên những đoạn đường giảm tốc độ hiện nay, khoảng cách giữa các vạch (con lươn) gần hơn nhiều, điều đó có nghĩa là tốc độ tối đa của xe trên các đoạn đường đó phải nhỏ hơn giá trị 18 km/h.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Ở các làng quê vào thời xưa, người dân thường phải đi gánh nước từ các "giếng làng" (giếng chung của cả làng) về dùng. Hình ảnh người phụ nữ gánh nước đã đi vào thơ ca và để lại một ấn tượng sâu đậm về làng quê Việt Nam. Các thùng nước thường đựng khá đầy nước, tuy nhiên khi bước đi lại rất ít khi bị đổ ra ngoài.

a) Hãy cho biết những người đó đã làm thế nào để hạn chế lượng nước bị đổ ra ngoài trên đoạn đường gánh nước về nhà ?

b) Giả sử rằng nước trong thùng có thể sóng sánh như những dao động điều hòa với tần số 3 Hz. Người gánh nước phải sải chân như thế nào để nước có thể không bị đổ ra ngoài, biết rằng người đó bước đi đều với tốc độ khoảng 7,2 km/h ?

Bài 2. Một chiếc võng có thể dao động tuần hoàn với chu kì khoảng 2 s. Giả sử ban đầu võng có biên độ bằng 50 cm và sau chu kì dao động đầu tiên biên độ võng giảm đi 5 cm. Ta có thể nói rằng dao động của võng sẽ tắt hẳn sau 20 s kể từ khi bắt đầu dao động không ? Ta có thể kết luận rằng võng sẽ thực hiện được nhiều hơn hay ít hơn 20 dao động toàn phần không ?

Bài 3. Một con lắc lò xo có thể dao động điều hòa với chu kì 2 s được đưa vào một thùng chứa chất lỏng. Hãy so sánh tốc độ tắt dần của dao động khi chất lỏng được chứa trong thùng lần lượt là : nước, dầu hỏa và hỗn hợp nước và dầu hỏa mà vị trí cân bằng của con lắc nằm ở mặt thoáng chất lỏng.

Bài 4. Một con lắc đơn có thể dao động điều hòa trong không khí được đưa vào một thùng đựng chất lỏng. Dao động của con lắc trong chất lỏng đó có tính chất như thế nào ? Nếu ta thay vật nặng bằng một vật nặng khác có thể tích và hình dạng như quả nặng trước nhưng bằng vật liệu khác sao cho chiều dài dây và biên độ dao động không đổi thì tính chất của dao động thay đổi như thế nào ?

Bài 6. Câu hỏi như bài tập 6 nhưng xét đối với con lắc lò xo.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Người gánh nước bỏ một ít lá cây tươi vào thùng nước và phải bước đi thật đều chân.

b) Tần số dao động lên xuống do nhịp chân bằng tần số dao động của nước trong thùng thì lượng nước trong thùng sẽ ít bị đổ ra ngoài nhiều nhất. Do đó, số nhịp chân mà người đó bước đi trong 1 s bằng tần số dao động của nước. Ta suy ra được độ dài sải chân bằng bằng 66,7 cm.

Bài 2. Không, điều đó phụ thuộc vào mức độ tắt dần của dao động.

Bài 3. Tốc độ tắt dần tăng theo thứ tự : nước, hỗn hợp, dầu.

Bài 4. Dao động tắt dần, tốc độ và thời gian tắt dần càng chậm khi khối lượng riêng của quả nặng càng lớn.

Bài 6. Khi thay đổi quả nặng, khối lượng quả nặng thay đổi kéo theo tần số và năng lượng dao động thay đổi : tần số tăng và năng lượng giảm khi khối lượng riêng giảm. Dao động là tắt dần, tốc độ tắt dần thay đổi chậm hơn so với con lắc đơn.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Dao động tắt dần là dao động
A. có biên độ giảm dần theo thời gian.
B. không có tính điều hòa.
C. có thể có lợi hoặc có hại.
D. có tất cả các yếu tố trên.

2. Để duy trì dao động cần
A. tác dụng vào cơ hệ một lực biến thiên tuần hoàn.
B. tác dụng một lực lớn làm biến đổi tần số riêng của hệ.
C. tác dụng một lực vừa đủ để bù đắp năng lượng mất mát do ma sát sau một chu kì.
D. tác dụng một lực không làm biến đổi tần số riêng của hệ và đủ để bù đắp năng lượng mất mát sau một chu kì.

3. Phát biểu nào sau đây là đúng ?
A. Trong dầu nhờn thời gian dao động của một vật ngắn hơn so với thời gian vật ấy dao động trong không khí.
B. Sự cộng hưởng thể hiện càng rõ nét khi ma sát của môi trường càng lớn.
C. Trong dao động điều hoà tích số giữa vận tốc và gia tốc của vật tại mọi thời điểm luôn luôn dương.
D. Chu kì của hệ dao động điều hoà phụ thuộc vào biên độ dao động.

4. Chọn câu **sai** khi nói về dao động tắt dần ?
A. Dao động tắt dần luôn luôn có hại, nên người ta phải tìm mọi cách để khắc phục dao động này.
B. Lực cản môi trường và lực ma sát luôn sinh công âm.
C. Dao động tắt dần càng chậm nếu như năng lượng ban đầu truyền cho hệ dao động càng lớn và lực cản môi trường (hay lực ma sát) càng nhỏ.
D. Biên độ hay năng lượng giảm dần theo thời gian.

5. Dao động của quả lắc đồng hồ khi đang hoạt động ở trạng thái bình thường là
A. dao động cưỡng bức. B. dao động tự do.
C. sự tự dao động. D. dao động tắt dần.

6. Chỉ ra câu **sai.**
Dao động tắt dần là dao động
A. có biên độ giảm dần do ma sát. C. không có tính điều hòa.
B. có chu kì cố định. D. có thể có lợi hoặc có hại.

7. Chọn phát biểu đúng.
A. Trong dao động cưỡng bức thì tần số dao động bằng tần số dao động riêng.
B. Trong đời sống và kĩ thuật, dao động tắt dần luôn luôn có hại
C. Trong đời sống và kĩ thuật, cộng hưởng luôn luôn có lợi
D. Trong dao động cưỡng bức thì tần số dao động bằng tần số ngoại lực

8. Trong những dao động tắt dần sau đây, trường hợp nào tắt dần nhanh là có lợi ?

A. Dao động của quả lắc đồng hồ.

B. Dao động của khung xe khi qua đường mấp mô.

C. Dao động của con tàu trên biển.

D. Dao động của con lắc lò xo trong phòng thí nghiệm.

9. Gắn một vật có khối lượng m = 200 g vào một lò xo có độ cứng k = 80 N/m. Một đầu của lò xo được chuyển động kéo m khỏi VTCB 10 cm dọc theo trục lò xo rồi thả nhẹ cho vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa m và mặt phẳng ngang là $\mu = 0{,}1$ ($g = 10\ m/s^2$). Chiều dài quãng đường mà vật đi được cho tới lúc dừng lại là

A. 1,2 m. B. 1 m. C. 1,5 cm. D. 2 m.

10. Gắn một vật có khối lượng m vào một lò xo có độ cứng k. Cho vật dao động. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng ngang là μ. Độ giảm biên độ của vật trong một chu kì sẽ có giá trị

A. giảm dần. B. tăng dần.

C. không đổi. D. tăng lên rồi giảm.

ĐÁP ÁN

1D	2D	3B	4A	5C	6B	7D	8B	9D	10C

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

9. Chọn D. Vật dao động tắt dần cho đến lúc dừng lại khi cơ năng bằng công của lực ma sát : $W = \frac{1}{2}kA^2 = F_{ms}.s = \mu mgs.$

Suy ra : $$s = \frac{1}{2}\frac{kA^2}{\mu mg} = \frac{80.0{,}1^2}{2.0{,}1.0{,}2.10} = 2\ (m).$$

10. Chọn C. Giả sử tại 1 thời điểm vật đang đứng ở vị trí biên độ lớn A_1 sau $\frac{1}{2}$ chu kì vật đến vị trí biên độ lớn A_2. Sự giảm biên độ là do công của lực ma sát trên đoạn đường : $A_1 + A_2$. Ta có :

$$\frac{1}{2}kA_1^2 - \frac{1}{2}kA_2^2 = \mu mg(A_1 + A_2) \Rightarrow A_1 - A_2 = \frac{2\mu mg}{k}. \quad (1)$$

Sau $\frac{1}{2}$ chu kì nữa, vật đến vị trí biên có biên độ lớn A_3 thì tương tự, ta có :

$$A_2 - A_3 = \frac{2\mu mg}{k}. \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra : $\Delta A = A_1 - A_3 = \frac{4\mu mg}{k}.$

Chủ đề 5

TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

- Nếu một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương thì dao động của vật là tổng hợp của hai dao động này.
- Dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng phương cùng tần số :

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1)\,;\; x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

có phương trình là : $x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t + \varphi)$,

với biên độ : $$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

và pha ban đầu được xác định bởi : $\tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$.

Có thể biểu diễn hai dao động thành bằng vectơ quay. Sau đó, áp dụng quy tắc cộng vectơ, ta có : $\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$.

Sử dụng các công thức hình học để tìm A và φ.

Ngoài ra, ta có thể áp dụng công thức lượng giác để tìm dao động tổng hợp :

$$x = x_1 + x_2 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) + A_2\cos(\omega t + \varphi_2).$$

Đặc biệt, nếu biên độ hai dao động bằng nhau thì :

$$x = x_1 + x_2 = A\left[\cos(\omega t + \varphi_1) + \cos(\omega t + \varphi_2)\right]$$

$$= 2A\cos\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right).$$

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG TỔNG HỢP

Phương pháp giải

- *Xem kĩ phần Trọng tâm kiến thức.*
- *Nếu bài toán yêu cầu xác định dao động thành phần ta thường biểu diễn dao động bằng vectơ quay và dùng phương pháp giản đồ Fre-nen. Áp dụng hệ thức lượng giác trong tam giác cho các cạnh là các vectơ* $\vec{A}_1, \vec{A}_2, \vec{A}$. *Từ đó, suy ra các đại lượng cần tìm.*

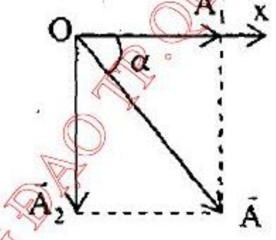
Ví dụ 1. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà :
$x_1 = 4\cos(100\pi t)$ (cm), $x_2 = 4\sqrt{3}\sin(10\pi t)$ (cm).
Viết phương trình dao động tổng hợp của vật.

Giải

• ***Cách 1.*** Xét hai dao động thành phần :

$x_1 = 4\cos(100\pi t)$ (cm) ;

$$x_2 = 4\sqrt{3}\sin(10\pi t) = 4\sqrt{3}\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}.$$



Biểu diễn các dao động x_1, x_2 bằng vectơ quay như hình vẽ. Dựa vào giản đồ, ta có :

$$\tan\alpha = \frac{A_2}{A_1} = \frac{4\sqrt{3}}{4} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}.$$

Ta có : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = \sqrt{4^2 + (4\sqrt{3})^2} = 8$ (cm).

Từ giản đồ vectơ quay ta thấy, x trễ pha một góc $\alpha = \frac{\pi}{3}$ so với x_1. Do đó, phương trình của dao động tổng hợp là : $x = 8\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

• ***Cách 2.*** Áp dụng các công thức nêu trong phần Trọng tâm kiến thức, ta có :

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$= 4^2 + (4\sqrt{3})^2 + 2.4.4\sqrt{3}\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) = 64 \Rightarrow A = 8 \text{ cm}$$

và $$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{-4\sqrt{3}}{4} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{-\pi}{3}.$$

Từ đó, suy ra phương trình như cách 1.

• ***Lưu ý :*** Nếu một trong hai dao động thành phần, có một dao động có pha ban đầu bằng 0, thì nên sử dụng phương pháp giản đồ Fre-nen rất thuận tiện, dễ trực quan.

Ví dụ 2. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà :

$$x_1 = 6\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm)}, \quad x_2 = A_2\cos(20\pi t + \varphi_2) \text{ (cm)}.$$

a) Viết phương trình dao động tổng hợp khi $A_2 = 8$ cm, $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$.

b) Viết phương trình dao động tổng hợp, biết $A_2 = 3\sqrt{2}$ m và pha ban đầu của dao động tổng hợp bằng 0.

Giải

a) Ta có : $A_1^2 = 6^2 + 8^2 + 2.6.8.\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right) = 148 \Rightarrow A = \sqrt{148}$ cm ;

$$\tan\varphi = \frac{6\sin\frac{\pi}{6} + 8\sin\frac{\pi}{2}}{6\cos\frac{\pi}{6} + 8\cos\frac{\pi}{2}} = \frac{11}{3\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi \approx 0{,}36\pi.$$

Phương trình dao động : $x = \sqrt{148}\cos(10\pi t + 0{,}36\pi)$ (cm).

b) Ta có : $\tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = 0 \Rightarrow A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2 = 0$

$$\Rightarrow \sin\varphi_2 = -\frac{A_1}{A_2}\sin\varphi_1 = -\frac{6}{3\sqrt{2}}\sin\frac{\pi}{6} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{4};$$

$$A^2 = 6^2 + (3\sqrt{2})^2 + 2.6.3\sqrt{2}.\cos\left(-\frac{5\pi}{12}\right) = 85{,}2 \Rightarrow A \approx 9{,}23\text{ cm}.$$

Vậy, phương trình dao động : $x = 9{,}23\cos 20\pi t$ (cm).

Dạng 2. TÌM VẬN TỐC, GIA TỐC CỦA DAO ĐỘNG TỔNG HỢP

Phương pháp giải

> • ***Cách 1.*** *Tìm phương trình dao động tổng hợp, sau đó suy ra vận tốc, gia tốc của dao động tổng hợp.*
>
> • ***Cách 2.*** *Với dao động tổng hợp :* $x = x_1 + x_2$, *suy ra* $x' = x_1' + x_2'$ *hay* $v = v_1 + v_2$ *và* $x'' = x_1'' + x_2''$ *hay* $a = a_1 + a_2$.
>
> *Như vậy, vận tốc (gia tốc) của dao động tổng hợp bằng tổng đại số vận tốc (gia tốc) của các dao động thành phần.*
>
> *Để tìm vận tốc hoặc gia tốc của dao động tổng hợp ta có thể không cần xác định phương trình dao động của nó. Nếu tìm được các giá trị* v_1, v_2 *hoặc* a_1, a_2 *thì căn cứ vào chiều các chuyển động thành phần để suy ra* v *hoặc* a.

Ví dụ 1. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà :

$$x_1 = 5\cos(10\pi t)\ \text{(cm)},\ x_2 = 10\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\ \text{(cm)}.$$

a) Tìm vận tốc của vật tại thời điểm t = 1 s.

b) Tìm vận tốc của vật tại vị trí x = 10 cm.

c) Tìm vận tốc của vật tại vị trí có gia tốc a = 100 m/s^2. Lấy $\pi^2 = 10$.

Giải

a) Tại thời điểm t = 1 s, ta có : $v_1 = x_1' = -50\pi\sin(10\pi t) = -50\pi\sin 10\pi = 0$;

$$v_2 = x_2' = -100\pi\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = -100\pi\sin\left(10\pi + \frac{\pi}{3}\right) = -50\pi\sqrt{3}\ \text{(cm/s)}.$$

Vậy, vận tốc của vật tại thời điểm t = 1 s là : $v = v_1 + v_2 = -50\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

b) Ta có :

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 5^2 + 10^2 + 2.5.10.\cos\frac{\pi}{3} = 175\,(\text{cm}).$$

Vận tốc của vật : $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 10\pi\sqrt{175 - 100} = \pm 50\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

c) Ta có : $a = -\omega^2 x \Rightarrow x = -\dfrac{a}{\omega^2} = -\dfrac{10\,000}{(10\pi)^2} = 10$ (cm).

Tương tự câu b : $v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pm 10\pi\sqrt{175 - 100} = \pm 50\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

Ví dụ 2. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động :

$$x_1 = 5\cos(10\pi t)\text{cm}, x_2 = 10\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}.$$

a) Tính gia tốc của vật tại thời điểm t = 2 s.

b) Tính gia tốc của vật tại vị trí có vận tốc v = 20 cm/s.

c) Vật nặng có khối lượng 200 g, tính lực tác dụng vào vật tại vị trí $x = 6$ cm. Cho $\pi^2 = 10$.

Giải

a) Ta có : $a_1 = -\omega^2 x_1'' = 40\sin(\pi t)$ (cm/s²) ;

$$a_2 = -\omega^2 x_2'' = 80\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\ (\text{cm/s}^2).$$

Thay t = 2 s, ta có : $a_1 = 0$ cm/s² ; $a_2 = 40\sqrt{3}$ cm/s².

Từ đó : $a = a_1 + a_2 = 40\sqrt{3}$ cm/s².

b) Ta có : $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 4^2 + 8^2 + 2.4.8.\cos\dfrac{\pi}{3} = 112.$

Li độ vật tại v = 120 cm/s là : $x = \pm\sqrt{A^2 - \dfrac{v^2}{\omega^2}} = \pm\sqrt{112 - \dfrac{20^2}{10}} = \pm\sqrt{72}$ (cm).

Gia tốc của vật : $a = -\omega^2 x = -10(\pm\sqrt{72}) \approx \pm 60\sqrt{2}$ (cm/s²):

c) Gia tốc của vật có độ lớn : $a = |\omega^2 x| = 10.6 = 60$ (cm/s²).

Lực tác dụng : $F = ma = 0{,}2.0{,}6 = 0{,}12$ (N).

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

Bài 1. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động thành phần cùng phương, có phương trình lần lượt là $x_1 = 3\cos(10\pi t + \varphi_1)$ (cm) và $x_2 = 0{,}04\cos(10\pi t + \varphi_2)$ (m). Xác định dao động tổng hợp của vật, biết hai dao động lệch pha nhau $\varphi_2 - \varphi_1 = \dfrac{\pi}{2}$.

Bài 2. Cho ba dao động điều hoà cùng phương có tần số góc 100π rad/s với các biên độ $A_1 = 1,5$ cm ; $A_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}$ cm ; $A_3 = \sqrt{3}$ cm và pha ban đầu tương ứng là $0 ; \frac{\pi}{2} ; \frac{5\pi}{6}$. Viết phương trình dao động tổng hợp của ba dao động trên.

Bài 3. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động có phương trình lần lượt là $x_1 = A_1\cos(100\pi t + \varphi_1)$ (cm) và $x_2 = 5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Dao động tổng hợp có phương trình $x = 10\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Xác định A_1, φ_1 và x_1.

Bài 4. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương có phương trình lần lượt là :

$$x_1 = 6\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (cm) và } x_2 = 0,08\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ (m)}.$$

Hãy xác định dao động tổng hợp của vật.

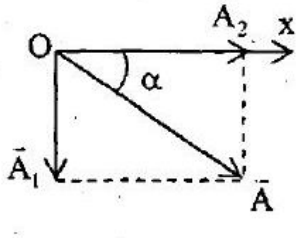
Bài 5. Một vật thực hiện đồng thời ba dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số 100 rad/s. Biên độ và pha ban đầu của các dao động thành phần lần lượt bằng 400 mm, 200 mm và 500 mm ; 0, $-\frac{\pi}{2}$ và $\frac{\pi}{2}$. Hãy viết phương trình dao động tổng hợp.

Bài 6. Cho hai dao động điều hoà cùng phương, có cùng tần số 100 rad/s, có biên độ lần lượt bằng $5\sqrt{3}$ cm và 5 cm và các pha ban đầu tương ứng là $\frac{\pi}{4}$ và $-\frac{\pi}{4}$. Hãy viết phương trình dao động tổng hợp của hai dao động này.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. Ta có : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)}$

$= \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 5$ (cm).



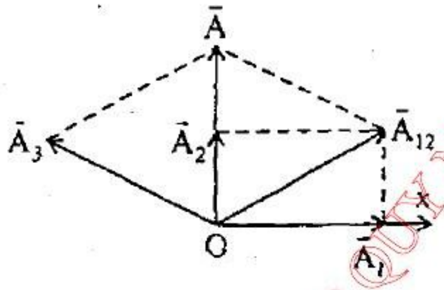
Giả sử $\varphi_2 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}$. Ta có giản đồ vectơ như hình vẽ. Từ hình vẽ ta có :

$$\tan\alpha = \frac{A_1}{A_2} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha \approx 37^\circ \approx 0,65 \text{ rad}.$$

Vậy, phương trình dao động tổng hợp là : $x = 5\cos(10\pi t - 0,65)$ (cm).

Bài 2. Biểu diễn các dao động bằng các vectơ quay, ta có các vectơ quay như trên hình vẽ bên. Ta có :

$$\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \vec{A}_3 = \vec{A}_{12} + \vec{A}_3$$

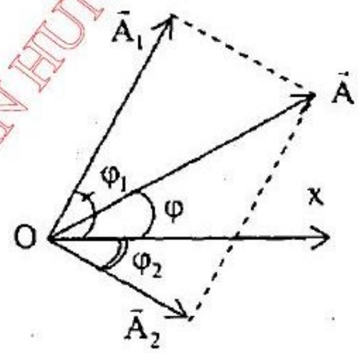


Từ hình vẽ, ta dễ thấy :

- Độ lớn : $A = 2A_2 = \sqrt{3}$ cm.
- Pha ban đầu : $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$.

Vậy, phương trình dao động tổng hợp : $x = \sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (cm).

Bài 3. Biểu diễn các dao động trên giản đồ Fre-nen, ta có : $\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$.



$$A_1^2 = A^2 + A_2^2 - 2A.A_2\cos\left(\frac{\pi}{6} - (-\frac{\pi}{6})\right)$$

$$= 10^2 + 5^2 - 2.10.5.\cos\frac{\pi}{3}.$$

Suy ra : $A_1 = 5\sqrt{3}$ cm.

Mặt khác : $\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = \dfrac{A^2 - A_1^2 - A_2^2}{2A_1A_2}$

Suy ra : $\cos\left(\varphi_1 + \dfrac{\pi}{6}\right) = \dfrac{10^2 - (5\sqrt{3})^2 - 5^2}{2.5\sqrt{3}.5} = 0$

$$\Rightarrow \varphi_1 + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{3}.$$

Vậy, dao động thành phần thứ nhất là : $x_1 = 5\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Bài 4. Ta có : $x = 0{,}08\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$ (m) $= 8\cos\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Nhận thấy rằng hai dao động lệch pha với nhau một góc $\dfrac{\pi}{2}$, do đó :

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 10 \text{ (cm)}.$$

Pha ban đầu của dao động tổng hợp được xác định bởi :

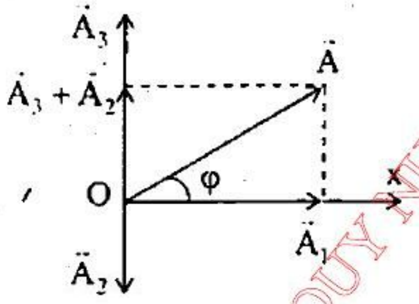
$$\tan\varphi = \frac{6.\sin\frac{\pi}{6} + 8.\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right)}{6.\cos\frac{\pi}{6} + 8.\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)} = \frac{3 - 4\sqrt{3}}{3\sqrt{3} + 4} \Rightarrow \varphi \approx 1{,}27 \text{ rad.}$$

Vậy, phương trình dao động tổng hợp là : $x = 10\cos(100\pi + 1{,}27)$ (cm).

Bài 5. Biểu diễn các dao động bằng các vectơ quay, ta có giản đồ vectơ quay như hình vẽ bên. Từ sơ đồ đó, ta suy ra :

$$A = \sqrt{A_1^2 + (A_3 - A_2)^2} = 500\ (\text{mm})$$

và $\tan\varphi = \dfrac{A_3 - A_2}{A_1} = \dfrac{3}{4} \Rightarrow \varphi \approx 0{,}65\ \text{rad}.$



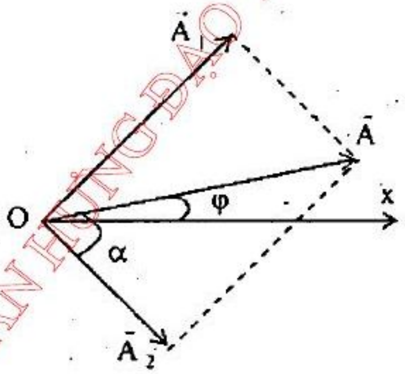
Vậy, dao động tổng hợp có phương trình :

$$x = 500\cos(100t + 0{,}65)\ (\text{mm}).$$

Bài 6. Hai dao động vuông pha, biên độ dao động bằng : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 10\ (\text{cm}).$

Biểu diễn các dao động bằng vectơ quay, ta có : $\cos\alpha = \dfrac{A_2}{A} = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \dfrac{\pi}{3}.$

Suy ra : $\varphi = \alpha - \dfrac{\pi}{4} = \dfrac{\pi}{12}.$



Vậy, phương trình dao động tổng hợp là :

$$x = 10\cos\left(100t + \frac{\pi}{12}\right)(\text{cm}).$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Hai dao động điều hoà có cùng pha ban đầu φ_0 thì dao động tổng hợp có pha ban đầu
   A. cùng pha với dao động thành phần.
   B. ngược pha với dao động thành phần.
   C. vuông pha với dao động thành phần.
   D. lệch pha với dao động thành phần lượng không xác định.

2. Hai dao động thành phần ngược pha nhau thì dao động tổng hợp có pha ban đầu
   A. ngược pha với dao động có biên độ lớn.
   B. cùng pha với dao động có biên độ lớn.
   C. ngược pha với dao động có biên độ bé.
   D. cùng pha với dao động có biên độ bé.

3. Biên độ dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà có biên độ xác định, sẽ có biên độ cực đại khi
   A. hai dao động ngược pha.
   B. hai dao động vuông pha.
   C. hai dao động cùng pha.
   D. hai dao động lệch pha một góc $\dfrac{3\pi}{2}$.

4. Hai dao động điều hoà có biên độ lần lượt là 6 cm và 8 cm, và vuông pha với nhau. Biên độ dao động tổng hợp có giá trị

A. 2 cm. B. 14 cm. C. 12 cm. D. 10 cm.

5. Dao động tổng hợp của hai dao động thành phần $x_1 = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ và $x_2 = A\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ có pha ban đầu là

A. $\frac{\pi}{6}$. B. $\frac{\pi}{4}$. C. $\frac{\pi}{3}$. D. $\frac{\pi}{2}$.

6. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà : $x_1 = A_1\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ và $x_2 = A_2\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$. Dao động tổng hợp có pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{3}$.

Hệ thức nào sau đây là đúng ?

A. $A_1 = A_2$. B. $A_1 = \sqrt{3}A_2$. C. $A_2 = \sqrt{3}A_1$. D. $A_2 = 2A_1$.

7. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình dao động lần lượt là $x_1 = 5\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = 5\cos(100\pi t)$ (cm). Dao động tổng hợp có phương trình

A. $x = 5{,}0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). B. $x = 5{,}0\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

C. $x = 5\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). D. $x = 5\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

8. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình lần lượt là $x_1 = \cos(20\pi t)$ (cm) và $x_2 = \sin(20\pi t)$ (cm). Dao động tổng hợp có phương trình

A. $x = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). B. $x = 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm).

C. $x = \sqrt{2}\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm). D. $x = \sqrt{2}\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (cm).

9. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình lần lượt là $x_1 = 3\cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 4\cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Gia tốc của vật tại thời điểm t = 1 s là

A. $25\left(3\sqrt{3} + 4\right)\pi$ cm/s^2. B. $50\left(3\sqrt{3} + 4\right)\pi$ cm/s^2.

C. $1250\left(3\sqrt{3} + 4\right)\pi^2$ cm/s^2 D. $2500\left(3\sqrt{3} + 4\right)\pi^2$ cm/s^2.

10. Một vật có khối lượng 100 g thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình dao động lần lượt là :

$$x_1 = 6\cos\left(10t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm) và } x_2 = 8\cos 10t \text{ (cm)}.$$

Tại thời điểm pha của dao động tổng hợp là $\frac{3\pi}{2}$, lực tác dụng vào vật nặng là

A. 8 N. B. 80 N. C. 0,8 N. D. 14 N.

11. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phươgn trình lần lượt là $x_1 = 2\cos 10t$ (cm) và $x_2 = 2\sin 10t$ (cm). Vận tốc của vật tại vị trí có li độ 2 cm có độ lớn là

A. 40 cm/s. B. 20 cm/s. C. 4 cm/s. D. 2 cm/s.

12. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\cos 10\pi t$ (cm) và $x_2 = 3\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Vận tốc của vật tại thời điểm t = 1 s có giá trị :

A. 70π cm/s. B. $700\pi^2$ cm/s. C. 40π cm/s. D. 30π cm/s.

13. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\sin 20t$ (cm) và $x_2 = 4\cos 20t$ (cm). Tại vị trí vật có gia tốc $a = 16\ \text{m/s}^2$, vận tốc của vật có độ lớn

A. 80 m/s. B. 0 m/s. C. 40 m/s. D. 8 m/s.

14. Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\sin 100\pi t$ (cm) và $x_2 = 3\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Dao động tổng hợp của hai dao động đó có biên độ là

A. 5 cm. B. 3,5 cm. C. 1 cm. D. 7 cm.

15. Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là : $x_1 = A\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) và $x_2 = A\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm) là hai dao động

A. lệch pha $\frac{\pi}{2}$. B. ngược pha. C. cùng pha. D. lệch pha $\frac{\pi}{3}$.

16. Hai dao động điều hòa cùng phương có phương trình lần lượt là $x_1 = 4\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 4\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Dao động tổng hợp của hai dao động này có biên độ

A. $4\sqrt{3}$ cm. B. $2\sqrt{7}$ cm. C. $2\sqrt{2}$ cm. D. 4 cm.

17. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, cùng biên độ và có các pha ban đầu là $\frac{\pi}{3}$ và $-\frac{\pi}{6}$. Pha ban đầu của dao động tổng hợp của hai dao động trên bằng

A. $-\frac{\pi}{2}$. B. $\frac{\pi}{4}$. C. $\frac{\pi}{6}$. D. $\frac{\pi}{12}$.

ĐÁP ÁN

1A	2B	3C	4D	5A	6A	7D	8D	9C	10B
11B	12D	13A	14A	15B	16D	17D			

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn A. Ta có :

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{A_1\sin\varphi_0 + A_2\sin\varphi_0}{A_1\cos\varphi_0 + A_2\cos\varphi_0} = \tan\varphi_0 \Rightarrow \varphi = \varphi_0.$$

2. Chọn B. Tương tự câu 1, lưu ý : $\sin\varphi_2 = \sin(\varphi_1 + \pi) = -\sin\varphi_1$.

3. Chọn C. Từ $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$, ta thấy :

$A = A_{\max} \Rightarrow \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = 1 \Leftrightarrow \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi$: hai dao động cùng pha.

4. Chọn D. Do hai dao động vuông pha, nên biên độ dao động tổng hợp là :

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 10\ (\text{cm}).$$

5. Chọn A. Tương tự câu 1, lưu ý : $A = A_1 = A_2$; $\sin\frac{\pi}{6} = \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow \tan\varphi = 1$.

6. Chọn A. Ta có : $\tan\varphi = \dfrac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \dfrac{A_1\cdot\frac{1}{2} + A_2}{A_1\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + 0} = \tan\frac{\pi}{3} = \sqrt{3}$.

Suy ra : $\frac{1}{2}A_1 + A_2 = \frac{3}{2}A_1 \Rightarrow A_1 = A_2$.

7. Chọn D. Sử dụng công thức biến đổi lượng giác, ta có :

$$x = x_1 + x_2 = 5\left[\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + \cos(100\pi t)\right]$$

$$= 5.2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right).\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 5\sqrt{3}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\ (\text{cm}).$$

8. Chọn D. Tương tự câu 7, để ý rằng : $x_2 = \sin(20\pi t) = \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$.

9. Chọn C. Cho t = 1 s, suy ra : $x_1 = \frac{3\sqrt{3}}{2}$ cm, $x_2 = 2$ cm. Suy ra :

$$x = x_1 + x_2 = \frac{3\sqrt{3}+4}{2}\ (\text{cm})\ \text{và}\ a = \omega^2 x = 2500\pi^2\frac{3\sqrt{3}+4}{2}\ (\text{cm/s}^2).$$

10. Chọn C. Pha của x_1 : $10t + \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow 10t = \pi$.

Thế vào ta có : $x_1 = 0$ cm ; $x_2 = -8$ cm ;

$$a = -\omega^2(x_1 + x_2) = 100.8 = 800\ (\text{cm/s}^2).$$

Lực F = ma = 0,1.8 = 0,8 (N).

11. Chọn B. Xét $x_1 = 2\cos 10t$ (cm) và $x_2 = 2\sin 10t = 2\cos\left(10t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Ta thấy hai dao động này lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{2}$. Do đó, biên độ dao động tổng hợp là : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 2\sqrt{2}$ (cm). Vận tốc của vật tại vị trí có li độ 2 cm có độ lớn là : $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 10\sqrt{8-4} = 20$ (cm/s).

12. Chọn D. Ta có : $v = \omega x' = \omega(x_1' + x_2') = 10\pi\left[4\sin 10\pi t + 3\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\right]$.

Thế t = 1 s vào ta được : $v = 30\pi$ cm/s.

13. Chọn A. Ta có : $a = -\omega^2 x \Rightarrow x = -\frac{a}{\omega^2} = 4$ (cm).

Do hai dao động x_1 và x_2 lệch pha $\frac{\pi}{2}$, nên biên độ dao động tổng hợp là :

$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 4\sqrt{2}$ (cm) và $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 80$ (cm/s).

14. Chọn A. Tương tự câu 13, ta có : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 5$ (cm).

15. Chọn B. Độ lệch pha : $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{2\pi}{3}\right) = \pi$: hai dao động ngược pha.

16. Chọn D. Ta có : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} = 4$ (cm).

17. Chọn D. Ta có : $\tan\varphi = \dfrac{A\sin\varphi_1 + A\sin\varphi_2}{A\cos\varphi_1 + A\cos\varphi_2} = \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{12}$.

Chương 3.

SÓNG CƠ

Chủ đề 1

SÓNG CƠ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Sóng cơ

Sóng cơ là dao động cơ lan truyền trong một môi trường theo thời gian.

- *Sóng dọc* là sóng có phương dao động trùng với phương truyền sóng.
- *Sóng ngang* là sóng có phương dao động vuông góc với phương truyền sóng.

2. Các đại lượng vật lí đặc trưng của sóng

- *Chu kì sóng* (T) là chu kì dao động của các phần tử của môi trường có sóng truyền qua và bằng chu kì T của nguồn sóng.
- *Tần số sóng* (f) là tần số dao động của các phần tử của môi trường có sóng truyền qua và là đại lượng nghịch đảo của chu kì.

$$f = \frac{1}{T}$$

- *Bước sóng* (λ) là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên phương truyền sóng mà dao động tại hai điểm đó là cùng pha (cũng là quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kì sóng).
- *Tốc độ truyền sóng* (v) là tốc độ truyền pha dao động.
- Công thức liên hệ giữa T, f, λ và v là : $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$.
- *Biên độ sóng* là biên độ dao động của phần tử của môi trường khi sóng truyền qua.
- *Năng lượng sóng* là năng lương dao động của các phần tử của môi trường khi sóng truyền qua.

$$W_s = \frac{1}{2}m\omega^2A^2.$$

3. Phương trình sóng cơ

Phương trình của sóng cơ truyền dọc theo một đường thẳng Ox có dạng :

$$u(x,t) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right] \text{ hay } u(x,t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

khi sóng truyền theo chiều dương trục Ox.

Phương trình sóng cho phép ta xác định li độ u của một phần tử sóng tại điểm M bất kì có toạ độ x.

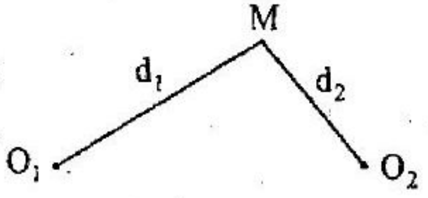
Phương trình sóng là một hàm vừa tuần hoàn theo thời gian, vừa tuần hoàn theo không gian.

4. Giao thoa sóng trên mặt chất lỏng

• *Hai nguồn kết hợp* là hai nguồn dao động có cùng tần số, cùng phương dao động và có độ lệch pha không phụ thuộc vào thời gian. Hai sóng kết hợp do hai nguồn kết hợp phát ra.

• *Giao thoa* là hiện tượng hai sóng kết hợp khi gặp nhau thì có những điểm ở đó chúng luôn luôn tăng cường lẫn nhau, có những điểm ở đó chúng luôn luôn làm yếu nhau hoặc triệt tiêu nhau.

• ***Giao thoa sóng trên mặt chất lỏng :***



Hai nguồn sóng kết hợp O_1 và O_2 trên mặt chất lỏng dao động cùng phương trình :

$$u_1 = u_2 = A\cos(\omega t) = A\cos(2\pi ft).$$

Dao động do nguồn O_1 và O_2 truyền đến điểm M trong miền chồng chất của hai sóng lần lượt là :

$$u_{1M} = A_{1M}\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right);\ u_{2M} = A_{2M}\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right).$$

với d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các điểm O_1 và O_2.

Hiệu số pha của hai dao động này là :

$$\Delta\varphi_M = \varphi_{1M} - \varphi_{2M} = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda}.$$

Dao động tại điểm M là tổng hợp của hai dao động u_{1M} và u_{2M}. Dao động tại M có biên độ là :

$$A_M^2 = A_{1M}^2 + A_{2M}^2 + 2A_{1M}A_{2M}\cos(\Delta\varphi_M).$$

• M dao động với biên độ cực đại khi :

$$\cos(\Delta\varphi_M) = 1 \Rightarrow \Delta\varphi_M = k.2\pi$$

hay $$\Delta\varphi_M = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k.2\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}.$$

Vậy các điểm mà hiệu đường đi bằng một số nguyên lần bước sóng thì dao động với biên độ cực đại.

• M dao động với biên độ cực tiểu khi :

$$\cos(\Delta\varphi_M) = -1 \Rightarrow \Delta\varphi_M = k.2\pi + \pi$$

hay $$\Delta\varphi_M = \frac{2\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} = k.2\pi + \pi \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k \in \mathbb{Z}.$$

Các điểm mà hiệu đường đi bằng một số nguyên lần lẻ nửa bước sóng thì dao động với biên độ cực tiểu.

• Quỹ tích các điểm dao động với biên độ cực đại và dao động với biên độ cực tiểu là hai họ đường cong hyperbol đan xen nhau nhận S_1 và S_2 làm tiêu điểm.

5. *Sóng dừng* là sóng có những điểm nút và bụng cố định trong không gian, nó là kết quả của sự giao thoa của sóng tới và sóng phản xạ trên cùng một phương.

• Khi có sóng dừng, vị trí nút sóng trên sợi dây : $d_k = \frac{k\lambda}{2}, k \in \mathbb{N}^*$.

• Khi có sóng dừng, vị trí bụng sóng trên sợi dây : $d_k = \frac{(2k+1)\lambda}{4}, k \in \mathbb{N}$.

• Điều kiện để có sóng dừng là chiều dài sợi dây l thoả mãn :

$$l = \frac{k\lambda}{2}, k \in \mathbb{N}^* \text{ : khi hai đầu dây cố định.}$$

hoặc $$l = \frac{(2k+1)\lambda}{4}, k \in \mathbb{N} \text{ : một đầu dây cố định, một đầu dây tự do.}$$

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CHO SÓNG : CHU KÌ, TẦN SỐ, BƯỚC SÓNG, TỐC ĐỘ TRUYỀN SÓNG

Phương pháp giải

1. *Áp dụng công thức liên hệ :* $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$.

2. *Sử dụng sự liên hệ pha dao động :*

• *Khoảng cách giữa hai điểm dao động cùng pha trên cùng một phương truyền sóng là :* $d = k\lambda, k \in \mathbb{N}^*$.

• *Khoảng cách giữa hai điểm dao động ngược pha trên cùng một phương truyền sóng là :* $d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k \in \mathbb{N}$.

Ví dụ 1. Một người quan sát một chiếc phao trên mặt biển, thấy nó nhô cao 10 lần trong thời gian 9 s. Tính chu kì và bước sóng của sóng biển. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước $v = 30$ cm/s.

Giải

Thời gian giữa hai lần phao nhô cao chính là chu kì dao động của sóng biển.

Theo đề bài ta có chu kì sóng : $T = \frac{9}{9} = 1$ (s).

Bước sóng : $\lambda = v.T = 30.1 = 30$ (cm/s).

Ví dụ 2. Trên cùng một phương truyền sóng, hai điểm M, N cách nhau 20 cm dao động cùng pha với nhau. Tần số sóng $f = 10$ Hz, tốc độ sóng có giá trị nằm trong khoảng $35 \text{ cm/s} < v < 49 \text{ cm/s}$. Xác định tốc độ truyền sóng.

Giải

Theo bài ra ta có : $MN = k\lambda = 20$ cm, suy ra : $\lambda = \frac{20}{k}, k \in \mathbb{N}^*$.

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda.f = \frac{200}{k}$ (cm/s).

Theo bài ra : $35 \text{ cm/s} < v = \frac{200}{k} < 49 \text{ cm/s} \Rightarrow \frac{200}{49} < k < \frac{200}{35} \Rightarrow k = 5.$

Tốc độ truyền sóng : $v = \frac{200}{5} = 40$ (cm/s).

Ví dụ 3. Một sóng cơ truyền trên sợi dây, nguồn sóng O dao động với tần số $f = 15$ Hz, tốc độ truyền sóng $v = 90$ cm/s.
a) Xác định vị trí những điểm trên sợi dây dao động cùng pha với nguồn.
b) Từ vị trí điểm M đến nguồn sóng cách nhau 45 cm có bao nhiêu điểm dao động cùng pha với nguồn.

Giải

a) Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{90}{15} = 6$ (cm).

Vị trí những điểm trên sợi dây dao động cùng pha với nguồn :

$$d_k = k\lambda = 6k \text{ (cm) với } k \in \mathbb{N}^*.$$

b) Số điểm dao động cùng pha với nguồn trong đoạn OM :

$$0 < d_k = 6k \le 60 \text{ cm} \Rightarrow 0 < k < 10, k \in \mathbb{N}^* \Rightarrow k = 1, 2, ..., 10.$$

Vậy có 10 điểm dao động cùng pha với nguồn O trong đoạn MO.

Ví dụ 4. Một sóng cơ lan truyền trên sợi dây, nguồn sóng O dao động với tần số f, tốc độ truyền sóng v = 100 cm/s. Trên sợi dây người ta thấy hai điểm M, N cách nhau 35 cm luôn dao động ngược pha với nhau. Giữa M và N có 3 điểm dao động cùng pha với M. Hãy xác định bước sóng và tần số sóng.

Giải

Theo đề bài ta có : $MN = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$.

Giữa hai điểm gần nhau nhất dao động cùng pha với M có một điểm dao động ngược pha với M. Do đó, giữa điểm gần N nhất dao động cùng pha với M sẽ có 3 điểm dao động ngược pha với M, vì vậy k = 3.

Thay số ta có : $MN = \frac{(2.3+1)\lambda}{2} = 3{,}5\lambda = 35\text{ cm} \Rightarrow \lambda = 10\text{ cm}$.

Tần số sóng : $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{100}{10} = 10\,(\text{Hz})$.

Dạng 2. BÀI TOÁN PHƯƠNG TRÌNH SÓNG

Phương pháp giải

Phương trình của sóng cơ truyền dọc theo một đường thẳng Ox có dạng :

$$u(x,t) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right] \textit{ hay } u(x,t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

khi sóng truyền theo chiều dương trục Ox.

Phương trình sóng cho phép ta xác định li độ u của một phần tử sóng tại điểm M bất kì có toạ độ x.

Phương trình sóng là một hàm vừa tuần hoàn theo thời gian, vừa tuần hoàn theo không gian.

Vận tốc dao động của phần tử M là : $u'_M = -A.2\pi f.\sin\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$.

Gia tốc dao động của phần tử M là : $u''_M = -A_M(2\pi f)^2\cos\left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$.

Ví dụ 1. Trên sợi dây OA căng ngang rất dài, điểm O dao động với phương trình $u_O = 2\sin(60\pi t)$ (cm). Tốc độ truyền sóng $v = 30$ cm/s. Xem biên độ sóng là không đổi.

a) Viết phương trình sóng tại điểm M cách O một đoạn d. Áp dụng, $d = 40$ cm.

b) Điểm N cách nguồn sóng O một đoạn NO = 22,5 cm dao động lệch pha như thế nào so với nguồn O.

c) Xác định vị trí những điểm dao động cùng pha, ngược pha với nguồn trên sợi dây.

Giải

a) Phương trình sóng tại điểm M là :

$$u_M = 2\sin\left(60\pi\left(t-\frac{d}{v}\right)\right) = 2\sin\left(60\pi\left(t-\frac{d}{30}\right)\right) = 2\sin(60\pi t - 2\pi d)\ \text{(cm)}.$$

Áp dụng khi d = 40 cm, ta được : $u_M = 2\sin(60\pi t - 80\pi)$ (cm).

b) Hiệu số pha dao động giữa điểm O và M là : $\Delta\varphi_{OM} = \varphi_O - \varphi_M = 2\pi d$.

Khi d = ON = 22,5 cm thì $\Delta\varphi_{ON} = 2\pi.22{,}5 = 45\pi$, do vậy N dao động ngược pha với nguồn sóng O.

c) Điểm M dao động cùng pha với nguồn :

$$\Delta\varphi = 2\pi d = k.2\pi \Rightarrow d_k = d = k\ \text{(cm) với } k \in \mathbb{N}^*.$$

Điểm M dao động ngược pha với nguồn :

$$\Delta\varphi = 2\pi d = k.2\pi + \pi \Rightarrow d_k = d = k + \frac{1}{2}\ \text{(cm) với } k \in \mathbb{N}.$$

Ví dụ 2. Trên sơi dây OA căng ngang rất dài, điểm O dao động với phương trình $u_O = 2\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Tốc độ truyền sóng $v = 60$ cm/s. Xem biên độ sóng là không đổi.

a) Viết phương trình sóng tại điểm M cách O một đoạn d.

b) Xác định vị trí những điểm trên sợi dây dao động vuông pha với nguồn.

c) Xác định số điểm trong đoạn ON = 20 cm dao động vuông pha với nguồn.

Giải

a) Phương trình sóng tại điểm M là :

$$u_M = 2\cos\left(20\pi\left(t-\frac{d}{v}\right)+\frac{\pi}{3}\right) = 2\cos\left(20\pi\left(t-\frac{d}{60}\right)+\frac{\pi}{3}\right)$$
$$= 2\cos\left(20\pi t - \frac{\pi d}{3} + \frac{\pi}{3}\right)\ \text{(cm)}.$$

b) Hiệu số pha dao động giữa điểm O và M là :

$$\Delta\varphi_{OM} = \varphi_O - \varphi_M = \frac{\pi}{3} - \left(-\frac{\pi d}{3} + \frac{\pi}{3}\right) = \frac{\pi d}{3}.$$

Điểm M dao động vuông pha với nguồn :

$$\Delta\varphi = \frac{\pi d}{3} = k.\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow d_k = d = 3k + 1{,}5\ \text{cm với } k \in \mathbb{N}.$$

c) Số điểm dao động vuông pha với nguồn trong đoạn ON = 80 cm là:

$$0 < d_k = d = 3k + 1,5 \le 20 \text{ (cm)} \Rightarrow -0,5 < k \le \frac{20}{3} - 0,5$$

với $k \in \mathbb{N}$, nên các giá trị k thoả mãn là : $k = 0, 1, ..., 6$.

Vậy có 7 điểm trên đoạn ON dao động vuông pha với nguồn.

Ví dụ 3. Trên mặt nước, điểm O dao động với phương trình $u_O = \sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ cm. Tốc độ truyền sóng $v = 30$ cm/s. Xem biên độ sóng là không đổi.

a) Viết phương trình sóng tại điểm M trên mặt nước cách O một đoạn d.

b) Viết biểu thức vận tốc, gia tốc của điểm M.

c) Xác định vận tốc, gia tốc của điểm M có d = 13,5 cm tại thời điểm t = 6 s.

Giải

a) Phương trình sóng tại điểm M là :

$$u_M = \sin\left(10\pi\left(t - \frac{d}{v}\right) + \frac{\pi}{4}\right) = \sin\left(10\pi\left(t - \frac{d}{30}\right) + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$= \sin\left(10\pi t - \frac{\pi d}{3} + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm).}$$

b) Biểu thức vận tốc của điểm M là :

$$v_M = u'_M = 10\pi\cos\left(10\pi t - \frac{\pi d}{3} + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s).}$$

Biểu thức gia tốc của điểm M là :

$$a_M = u''_M = -100\pi^2 \sin\left(10\pi t - \frac{\pi d}{3} + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm/s}^2\text{).}$$

c) Khi d = 13,5 cm thì biểu thức vận tốc, gia tốc của M lần lượt là :

$$v_M = 10\pi\cos\left(10\pi t - \frac{17\pi}{4}\right) \text{ (cm/s) ; } a_M = -100\pi^2 \sin\left(10\pi t - \frac{17\pi}{4}\right) \text{ (cm/s}^2\text{).}$$

Tại thời điểm t = 6 s vận tốc, gia tốc của của điểm M lần lượt là :

$$v_M = 10\pi\cos\left(10\pi t - \frac{17\pi}{4}\right) = 10\pi\cos\left(10\pi.6 - \frac{17\pi}{4}\right) = 5\sqrt{2}\pi \text{ (cm/s) ;}$$

$$a_M = -100\pi^2 \sin\left(10\pi t - \frac{17\pi}{4}\right) = -100\pi^2 \sin\left(10\pi.6 - \frac{17\pi}{4}\right) = 50\sqrt{2}\pi^2 \text{ (cm/s}^2\text{).}$$

Dạng 3. GIAO THOA SÓNG TRÊN MẶT CHẤT LỎNG

Phương pháp giải

Hai nguồn sóng kết hợp O_1 và O_2 trên mặt chất lỏng dao động cùng phương trình :

$$u_1 = u_2 = A\cos(\omega t) = A\cos(2\pi ft).$$

Dao động do nguồn O_1 và O_2 truyền đến điểm M trong miền chồng chất của hai sóng là :

$$u_{1M} = A_{1M}\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right);\ u_{2M} = A_{2M}\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

với d_1 và d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm M đến các điểm O_1 và O_2.

Dao động tại M có biên độ là :

$$A_M^2 = A_{1M}^2 + A_{2M}^2 + 2A_{1M}A_{2M}\cos(\Delta\varphi_M).$$

- M *dao động với biên độ cực đại thì :*

$$\cos(\Delta\varphi_M) = 1 \Rightarrow \Delta\varphi_M = k.2\pi \text{ hay } d_2 - d_1 = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}.$$

Số gợn lồi : *Thoả mãn điều kiện* $|d_2 - d_1| = |k\lambda| < O_1O_2$.

Số giá trị $k \in \mathbb{Z}$ thoả mãn là số gợn lồi (vân giao thoa cực đại).

- Nhận xét : Nếu hai nguồn sóng cùng pha thì số vân cực đại là một số lẻ.

- M *dao động với biên độ cực tiểu thì :*

$$\cos(\Delta\varphi_M) = -1 \Rightarrow \Delta\varphi_M = k.2\pi + \pi \text{ hay } \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2},\ k \in \mathbb{Z}.$$

Số gợn lõm : *Thoả mãn điều kiện* $|d_2 - d_1| = |k\lambda| < O_1O_2$.

Số giá trị $k \in \mathbb{Z}$ thoả mãn là số gợn lõm (vân giao thoa cực tiểu).

- Nhận xét : Nếu hai nguồn sóng cùng pha thì số vân cực đại là một số chẵn.

Ví dụ 1. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 cách nhau 10 cm dao động cùng tần số f = 20 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 30 cm/s.

a) Điểm M cách O_1, O_2 những đoạn lần lượt 13 cm, 22 cm sẽ dao động với biên độ như thế nào ? Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1, O_2 có mấy vân giao thoa cực đại, cực tiểu.

b) Tìm số vân giao thoa cực đại, cực tiểu.

Giải

a) Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{20} = 1,5$ (cm).

Điểm M có : $MO_2 - MO_1 = d_2 - d_1 = 22 - 13 = 9 = 6\lambda = k\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$.

Điểm M dao động với biên độ cực đại.

Đường trung trực đoạn O_1O_2 là vân giao thoa cực đại, ứng với k = 0.

Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 còn có 5 đường hypebol nữa ứng với $k = \{1, 2, 3, 4, 5\}$.

Giữa hai vân cực đại liên tiếp thì có một cực tiểu giao thoa, do đó giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 có 6 cực tiểu giao thoa.

b) • Nếu N nằm trên cực đại giao thoa thì :

$$|NO_2 - NO_1| = |k\lambda| = 1,5|k| < O_1O_2 = 10\,\text{cm}, \text{ với } k \in \mathbb{Z}.$$

Hay $$|k| < \frac{20}{3}, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1, ..., \pm 6.$$

Vậy có 13 giá trị k nên có 13 cực đại giao thoa.

• Nếu N nằm trên cực tiểu giao thoa thì :

$$|NO_2 - NO_1| = \left|\frac{(2k+1)\lambda}{2}\right| = 0,75|2k+1| < O_1O_2 = 10\,\text{cm}; \text{ với } k \in \mathbb{Z}.$$

Hay $$\frac{-20}{3} - \frac{1}{2} < k < \frac{20}{3} - \frac{1}{2}, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1 ..., \pm 6, -7.$$

Vậy có 14 giá trị k nên có 14 cực tiểu giao thoa.

Ví dụ 2. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp O_1, O_2 cách nhau 10 cm dao động với tần số f = 15 Hz. Điểm M cách O_1, O_2 những đoạn 21 cm, 26 cm thì dao động với biên độ cực tiểu. Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1, O_2 có hai vân cực tiểu nữa.

a) Xác định bước sóng, tốc độ truyền sóng.

b) Giữa điểm M và nguồn O_2 có bao nhiêu cực tiểu, cực đại giao thoa.

Giải

a) Điểm M nằm trên cực tiểu giao thoa, giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 có hai cực tiểu giao thoa nữa. Chứng tỏ điểm M nằm trên cực tiểu giao thoa, ứng với $k = 2, -3$.

Theo bài ra ta có : $MS_2 - MS_1 = 26 - 21 = 5\,(\text{cm}) = \dfrac{(2k+1)\lambda}{2} > 0.$

Do vậy k = 2, thay vào ta được bước sóng : $\lambda = 2\,\text{cm}$.

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = 2.15 = 30\,(\text{cm/s})$.

b) Gọi điểm N nằm trong đoạn MO_2, ta có hệ thức :

$$-O_2O_1 < NO_2 - NO_1 < MO_2 - MO_1.$$

• Nếu N nằm trên cực tiểu giao thoa thì :

$$-10\,\text{cm} = -O_2O_1 < NO_2 - NO_1 = \frac{(2k+1)\lambda}{2} = 2k + 1 < MO_2 - MO_1 = 5\,\text{cm}$$

Suy ra : $-5,5 < k < 2$, với $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = -5, -4, -3, \ldots, 1.$

Có 7 giá trị k nên có 6 cực tiểu giao thoa giữa điểm M và O_2.

• Nếu N nằm trên cực đại giao thoa thì :

$$-10\,\text{cm} = -O_2O_1 < NO_2 - NO_1 = k\lambda = 2k < MO_2 - MO_1 = 5\,\text{cm}.$$

Suy ra : $-5 < k < 2,5$, với $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = -4, -3, ..., 0, ..., 2$.

Có 7 giá trị k nên có 7 cực đại giao thoa giữa điểm M và O_2.

Ví dụ 3. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 cách nhau 10 cm dao động cùng tần số f = 30 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 30 cm/s. Gọi O là trung điểm đoạn O_1O_2.

a) Trên đường tròn tâm O bán kính R = 6 cm có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại.

b) Trên đường tròn tâm O bán kính R = 3,25 cm có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại.

c) Trên đường tròn tâm O bán kính R = 3 cm có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực đại.

Giải

a) Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{30} = 1$ (cm).

Khi bán kính $R = 6\text{ cm} > OO_1 = \frac{10}{2} = 5$ (cm), nên hai điểm O_1, O_2 đều nằm trong đường tròn tâm O. Do vậy, số điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn chính bằng số dao điểm các cực đại giao thoa với đường tròn.

- M là một điểm nằm trên cực đại giao thoa thì :

$$|MO_2 - MO_1| = |k\lambda| = |k|\text{ cm} < O_2O_1 = 10\text{ cm} \Rightarrow |k| < 10.$$

Vì $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 0, \pm 1, ..., \pm 9$.

Vậy có 19 giá trị k nên có 19 cực đại giao thoa.

Mỗi cực đại giao thoa cắt đường tròn tại hai điểm nên số điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn là : $19.2 = 38$ điểm.

b) Khi bán kính $R = 3,25\text{ cm} < OO_1 = 5\text{ cm}$ nên hai điểm O_1, O_2 đều nằm ngoài đường tròn tâm O.

- M là một điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại thì :

$$|MO_2 - MO_1| = |k\lambda| = |k|\text{ cm} \le 2R = 6,5\text{ cm} \Rightarrow |k| \le 6,5.$$

Vì $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 0, \pm 1, ..., \pm 6$.

Vậy có 13 giá trị k nên có 13 cực đại giao thoa cắt đường tròn, vì vậy có $13.2 = 26$ điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn.

c) Khi bán kính $R = 3\text{ cm} < OO_1 = 5\text{ cm}$ nên hai điểm O_1, O_2 đều nằm ngoài đường tròn tâm O.

- M là một điểm nằm trên đường tròn dao động với biên độ cực đại thì :

$$|MO_2 - MO_1| = |k\lambda| = |k|\text{ cm} \le 2R = 6\text{ cm} \Rightarrow |k| \le 6.$$

Do $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 0, \pm 1, ..., \pm 6$.

Vậy có 13 giá trị k nên có 11 cực đại giao thoa cắt đường tròn và hai cực đại giao thoa ứng với $k = \pm 6$ tiếp xúc với đường tròn (do xảy ra dấu bằng), vì vậy có $11.2 + 2 = 24$ điểm dao động với biên độ cực đại trên đường tròn.

Ví dụ 4. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn O_1O_2 dao động cùng tần số f = 10 Hz, O_1O_2 cách nhau 10 cm. Khi đó, trên mặt nước xuất hiện 5 cực đại giao thoa chia đoạn O_1O_2 thành 6 đoạn mà hai đoạn ở hai đầu bằng một nũa các đoạn còn lại.

a) Xác định bước sóng và tốc độ truyền sóng.

b) Nếu khoảng cách hai nguồn bây giờ chỉ còn 2 cm thì chúng ta quan sát được bao nhiêu cực đại và bao nhiêu cực tiểu giao thoa ?

Giải

a) Gọi N là điểm nằm trên O_1O_2 dao động với biên độ cực đại và cách O_2 một đoạn d. Ta có : $NO_2 - NO_1 = d - (10 - d) = k\lambda \Rightarrow d = d_k = 5 + \dfrac{k\lambda}{2}, k \in \mathbb{Z}$.

Khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại liên tiếp trên đoạn O_1O_2 là :

$$b = d_{k+1} - d_k = \left(5 + \frac{(k+1)\lambda}{2}\right) - \left(5 + \frac{k\lambda}{2}\right) = \frac{\lambda}{2}.$$

Theo bài ra : $O_1O_2 = 4b + 2\dfrac{b}{2} = 5b = 5\dfrac{\lambda}{2} = 10 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 4 \text{ cm}$.

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = 4.10 = 40$ (cm/s).

b) Khi $O_1O_2 = 2$ cm, nếu N là điểm dao động với biên độ cực đại thì ta có :

$$NO_2 - NO_1 = d - (2 - d) = k\lambda \Rightarrow d = d_k = 1 + 2k \text{ (cm)}, k \in \mathbb{Z}.$$

Do $0 < d < 2$ cm nên ta có : $0 < 1 + 2k < 2 \Rightarrow -\dfrac{1}{2} < k < \dfrac{1}{2}$ với $k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0$.

Vậy, có 1 giá trị k thoả mãn nên có một điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn O_1O_2.

Nếu N là điểm dao động với biên độ cực tiểu thì ta có :

$$NO_2 - NO_1 = d - (2 - d) = k\lambda \Rightarrow d = d_k = 1 + 2k \text{ (cm)}, k \in \mathbb{Z}.$$

Do $0 < d < 2$ cm nên ta có : $0 < 2 + 2k < 2 \Rightarrow -1 < k < 0$ với $k \in \mathbb{Z}$.

Vậy, không có giá trị k thoả mãn nên không có điểm nào dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn O_1O_2.

Dạng 4. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ, BỤNG SÓNG VÀ NÚT SÓNG CỦA SÓNG DỪNG

Phương pháp giải

Xuất phát từ các công thức xác định vị trí bụng sóng và nút sóng trong giao thoa sóng dừng :

- *Vị trí bụng sóng trên sợi dây :* $d_k = \dfrac{(2k+1)\lambda}{4}, k \in \mathbb{N}$.
- *Vị trí nút sóng trên sợi dây :* $d_k = \dfrac{k\lambda}{2}, k \in \mathbb{N}$.

Để tìm vị trí bụng sóng, nút sóng ta dựa vào điều kiện : $0 \le d_k \le l$.

Ta tìm được số giá trị k *thoả mãn chính là số bụng sóng, số nút sóng cần tìm.*

Tìm điều kiện để có giao thoa sóng dừng thì chiều dài sợi dây l thoả mãn :

$$l = \frac{k\lambda}{2}, k \in \mathbb{N}$$ *: khi hai đầu dây cố định.*

hoặc $$l = \frac{(2k+1)\lambda}{4}; k \in \mathbb{N}$$ *: khi một đầu dây tự do, một đầu cố định.*

Ví dụ 1. Một sợi dây AB được căng theo phương ngang, đầu A cố định, đầu B được dao động nhờ một dụng cụ để tạo thành sóng dừng trên dây. Khi tần số dao động của đầu B là 40 Hz thì trên dây xuất hiện sóng dừng, khoảng cách giữa 5 bụng sóng liên tiếp $l = 1{,}2$ m. Hãy tính :

a) Tính tốc độ truyền sóng trên dây.

b) Khoảng cách giữa 7 nút sóng liên tiếp.

c) Khoảng cách giữa một bụng sóng và một nút sóng gần nhau nhất.

Giải

a) Vì khoảng cách giữa hai bụng sóng liên tiếp $\frac{\lambda}{2}$, nên ta có :

$$l = 4\frac{\lambda}{2} = 1{,}2 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 0{,}6 \text{ m}.$$

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = 0{,}6.40 = 24$ (m/s).

b) Khoảng cách giữa 7 nút sóng liên tiếp là : $l' = 6.\frac{\lambda}{2} = 6.\frac{0{,}6}{2} = 1{,}8\,(\text{m})$.

c) Khoảng cách giữa một bụng sóng và một nút sóng gần nhau nhất :

$$l' = \frac{\lambda}{4} = \frac{0{,}6}{4} = 0{,}15\,(\text{m}).$$

Ví dụ 2. Một sợi dây đàn hồi OA = 60 cm được căng ngang. Đầu A cố định, đầu O dao động với tần số f = 40 Hz thì trên sợi dây hình thành sóng dừng. Biết tốc độ truyền sóng trên sợi dây v = 4,8 m/s.

a) Xác định vị trí bụng sóng, số bụng sóng trên sợi dây.

b) Xác định vị trí nút sóng, số nút sóng trên sợi dây.

Giải

a) Theo bài ra ta có bước sóng trên sợi dây :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{4{,}8}{40} = 0{,}12 \text{ (m/s)} = 12 \text{ (cm/s)}.$$

Vị trí bụng sóng cách A một đoạn d là :

$$d = \frac{(2k+1)\lambda}{4} = \frac{(2k+1)12}{4} = 6k + 3 \text{ (cm)}, k \in \mathbb{N}.$$

Tìm số bụng sóng ta xuất phát từ điều kiện :

$$0 \le d = 6k + 3 \le l = 60\text{ cm} \Rightarrow -0,5 \le k \le 9,5,\ \text{với } k \in \mathbb{N}.$$

Vì $k \in \mathbb{N}$, do đó : $k = 0, 1, .., 9$.

Vậy có 10 giá trị k nên có 10 bụng sóng.

b) Vị trí nút sóng cách A một đoạn d là : $d = \frac{k\lambda}{2} = \frac{k.12}{2} = 6k$ (cm), $k \in \mathbb{N}$.

Tìm số nút sóng từ điều kiện :

$$0 \le d = 6k \le l = 60\text{ cm} \Rightarrow 0 \le k \le 10,\ k \in \mathbb{N}.$$

Vì $k \in \mathbb{N}$, do đó : $k = 0, 1, 2, \ldots, 10$.

Có 11 giá trị k nên có 11 nút sóng.

Ví dụ 3. Một sợi dây dài 100 cm được căng ngang, đầu A cố định, đầu O dao động theo phương trình $u = 2\cos(40\pi t)$ (cm). Trên sợi dây hình thành 10 bụng sóng, O là vị trí của một nút sóng.

a) Xác định số nút sóng trên sợi dây.

b) Xác định bước sóng, tốc độ truyền sóng.

Giải

a) Giữa hai bụng sóng liên tiếp có một nút sóng, do đó giữa 10 bụng sóng có $10 - 1 = 9$ nút sóng. Điểm A, O là vị trí của nút sóng không nằm giữa bất kì hai bụng sóng nào. Do đó, sẽ có 9 + 2 = 11 nút sóng.

b) Điểm O là vị trí nút sóng thứ 11 ứng với k = 10, nên ta có :

$$l = \frac{k\lambda}{2} = \frac{10\lambda}{2} = 100\text{ cm} \Rightarrow \lambda = 20\text{ cm}.$$

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = \lambda\frac{\omega}{2\pi} = 20.\frac{40\pi}{2\pi} = 400$ (cm/s).

Dạng 5. PHƯƠNG TRÌNH PHẢN XẠ SÓNG - SÓNG DỪNG

Phương pháp giải

Xuất phát từ phương trình sóng, viết phương trình sóng tới, sóng phản xạ tại một điểm M trên phương truyền sóng :

$$u = 2A\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi l}{\lambda}\right).$$

Biên độ dao động của điểm M là : $A_M = \left|2a\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\right|$.

Biểu thức vận tốc và gia tốc của điểm M lần lượt là :

$$u' = -4a\pi f\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi l}{\lambda}\right);$$

$$u'' = -2a(2\pi f)^2\cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi l}{\lambda}\right).$$

Ví dụ 1. Một sợi dây đàn hồi $OA = l = 50$ cm được căng ngang. Đầu A cố định, đầu O dao động theo phương trình $u_O = \sin(50\pi t)$ (cm). Tốc độ truyền sóng v = 2,5 m/s.

a) Viết phương trình sóng tại điểm M trên sợ dây cách A một đoạn d (cm).

b) Xác định vận tốc dao động cực đại của một điểm trên sợi dây có thể có. Xác định vị trí các điểm đó.

c) Xác định li độ, vận tốc dao động của điểm M khi d = 22,5 cm tại thời điểm t = 1,22 s.

Giải

a) Phương trình dao động tại M do sóng tới từ O truyền đến M là :

$$u_{tM} = \sin\left(50\pi\left(t - \frac{l-d}{v}\right)\right) = \sin\left(50\pi t - 30\pi + \frac{\pi d}{5}\right)\ (\text{cm}).$$

Phương trình sóng tới do nguồn O truyền đến A là :

$$u_{tA} = \sin\left(50\pi\left(t - \frac{l}{v}\right)\right) = \sin(50\pi t - 30\pi)\ (\text{cm}).$$

Phương trình sóng phản xạ tại A:

$$u_{PA} = -u_{tA} = -\sin\left(50\pi\left(t - \frac{l}{v}\right)\right) = -\sin(50\pi t - 30\pi)\ (\text{cm}).$$

Phương trình sóng phản xạ tại M là :

$$u_{pA} = -\sin\left(50\pi\left(t - \frac{d}{v}\right) - 30\pi\right) = -\sin\left(50\pi - 30\pi - \frac{\pi d}{5}\right)\ (\text{cm}).$$

Phương trình sóng dừng tại M là :

$$u_M = u_{tM} + u_{PM} = \sin\left(50\pi - 30\pi + \frac{\pi d}{5}\right) - \sin\left(50\pi - 30\pi - \frac{\pi d}{5}\right)$$

$$= 2\sin\left(\frac{\pi d}{5}\right)\cos(50\pi t - 30\pi)\ (\text{cm}).$$

b) Độ lớn vận tốc dao động của điểm M là :

$$v_M = \left|-100\pi\sin\left(\frac{\pi d}{5}\right)\sin(50\pi t - 30\pi)\right| = \left|100\pi\sin\left(\frac{\pi d}{5}\right)\sin(50\pi t - 30\pi)\right|\ (\text{m/s}).$$

Vận tốc dao động của điểm M có giá trị cực đại là :

$$v_{M\max} = 100\pi\ \text{cm/s khi}\ \left|\sin\left(\frac{\pi d}{5}\right)\sin(50\pi t - 30\pi)\right| = 1.$$

Hay $\begin{cases} \left|\sin\left(\dfrac{\pi d}{5}\right)\right| = 1 \Rightarrow \dfrac{\pi d}{5} = \dfrac{\pi}{2} + k.\pi \Rightarrow d_k = d = 2{,}5 + 5k \text{ (cm)}, k \in \mathbb{N} \\ \left|\sin(50\pi t - 30\pi)\right| = 1 \Rightarrow \cos(50\pi t - 30\pi) = 0 \Rightarrow u_M = 0. \end{cases}$

Vậy vị trí những điểm có vận tốc dao động là cực đại :

$$d_k = d = 2{,}5 + 5k \text{ (cm)}, k \in \mathbb{N}.$$

Đây chính là vị trí của các bụng sóng.

c) Khi d = 22,5 cm thì phương trình dao động của điểm M là :

$$u_M = 2\sin\left(\frac{\pi.22{,}5}{5}\right)\cos(50\pi t - 30\pi) = 2\cos(50\pi t - 30\pi) \text{ (cm)}.$$

Tại thời điểm t = 1,22 s thì li độ và vận tốc dao động của điểm M là :

$$u_M = 2\cos(50\pi.1{,}22 - 30\pi) = 2\cos(61\pi - 30\pi) = -2 \text{ (cm)};$$

$$v_M = -100\pi\sin(50\pi.1{,}22 - 30\pi) = 0 \text{ (cm/s)}.$$

Ví dụ 2. Một sóng dừng trên sợi dây có dạng $u = 2\sin\left(\dfrac{\pi x}{5}\right)\cos(50\pi t)$ (cm) trong đó, u là li độ của điểm M có toạ độ x (cm), tại điểm t (s) so với vị trí cân bằng.

a) Xác định bước sóng và tốc độ truyền sóng trên sợi dây.

b) Xác định vận tốc, gia tốc dao động của phần tử có toạ độ $x = \dfrac{5}{3}$ cm tại thời điểm t = 1,45 s.

Giải

a) Biên độ dao động của điểm có toạ độ x là : $A = 2\left|\sin\left(\dfrac{\pi x}{5}\right)\right|$ (cm).

Tại vị trí nút sóng thì $A = 2\left|\sin\left(\dfrac{\pi x}{5}\right)\right| = 0 \Rightarrow \sin\left(\dfrac{\pi x}{5}\right) = 0 \Rightarrow \dfrac{\pi x}{5} = k\pi$

hay $x = x_k = 5k$ (cm), $k \in \mathbb{Z}$.

Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là :

$$x_{k+1} - x_k = 5(k+1) - 5k = 5 \text{ cm} = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 10 \text{ cm}.$$

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda.f = 10.25 = 250$ (cm/s)

b) Phương trình sóng tại điểm có toạ độ $x = \dfrac{5}{3}$ cm là :

$$u = 2\sin\left(\frac{\pi}{5}.\frac{5}{3}\right)\cos(50\pi t) = \sqrt{3}\cos(50\pi t) \text{ (cm)}.$$

Tại thời điểm t = 1,45 s thì vận tốc và gia tốc dao động của phần tử là :

$$u' = -50\sqrt{3}\pi\sin\left(50\pi.1,45\right) = -50\sqrt{3}\pi \text{ (cm/s)};$$

$$u'' = -\left(50\pi\right)^2\sqrt{3}\cos\left(50\pi t\right) = -\left(50\pi\right)^2\sqrt{3}\cos\left(50\pi.1,45\right)\text{ cm} = 0 \text{ (cm/s}^2\text{)}.$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một sợi dây đàn hồi OA = 100 cm được căng ngang. Đầu A cố định, đầu O dao động với tần số f = 20 Hz thì trên sợi dây hình thành sóng dừng. Biết tốc độ truyền sóng trên sợi dây v = 40 m/s. Xác định :

a) Vị trí bụng sóng.

b) Số bụng sóng trên sợi dây.

c) Vị trí nút sóng.

d) Số nút sóng trên sợi dây.

Bài 2. Một sóng dừng trên sợi dây có dạng $u = 2\sin\left(\frac{\pi d}{4}\right)\cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm), trong đó u là li độ tại thời điểm tại phần tử N trên dây mà vị trí cân bằng của nó cách đầu cố định M của dây là d (cm). Xác định tốc độ truyền sóng trên dây.

Bài 3. Một sóng dừng trên sợi dây có dạng $u = 2\sin\left(\frac{\pi x}{3}\right)\cos\left(40\pi t\right)$ (cm) trong đó, u là li độ của điểm M có tọa độ x (cm), tại điểm t (s) so với vị trí cân bằng. Tính vận tốc dao động tại điểm x = 2 cm, tại thời điểm t = 0,125 s.

Bài 4. Một sóng cơ được truyền theo phương Oy với vận tốc $v = 30$ cm/s. Giả sử khi truyền đi biên độ dao động là không đổi. Tại O dao động có phương trình $x = 2\sin\left(\frac{\pi t}{3} + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm). Tại thời điểm t_1 li độ dao động của điểm O là : $x_1 = \sqrt{2}$ cm và đang tăng.

a) Xác định li độ điểm O tại thời điểm $t_2 = t_1 + 3$ (s).

b) Xác định vận tốc và gia tốc của điểm M cách điểm O một đoạn d = 40 cm ở thời điểm $t_1 + 0,5$ (s).

Bài 5. Một sóng cơ truyền từ nguồn sóng O có phương trình sóng $u_O = \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ đến điểm M thì phương trình sóng tại M là $u_M = \cos\left(20\pi t - \frac{\pi x}{4} + \frac{\pi}{4}\right)$ (cm), trong đó x (cm) là khoảng cách từ điểm M đến điểm O, t (s) là thời gian. Hãy xác định bước sóng và tốc độ truyền sóng.

Bài 6. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp O_1O_2 cách nhau 10 cm. Hai điểm M_1, M_2 nằm trên hai vân giao thoa cùng loại. M_1

nằm trên vân k, M_2 nằm trên vân k + 4. Biết $M_1O_2 - M_1O_1 = -3$ (cm), $M_2O_2 - M_2O_1 = 5$ (cm).

a) Xác định bước sóng và hãy cho biết M_1M_2 nằm trên loại vân nào ?

b) Tìm vị trí điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn O_1O_2. Khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực tiểu liên tiếp bằng bao nhiêu ?

Bài 7. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp O_1, O_2 cách nhau 12 cm, dao động cùng phương trình $u_1 = u_2 = \cos\left(60\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 30$ cm/s. Điểm O là trung điểm của đoạn thẳng O_1O_2.

a) Viết phương trình sóng tại điểm M nằm trên đường trung trực đoạn O_1O_2 cách O_2 một đoạn d (cm).

b) Xác định vị trí những điểm nằm trên trung trực đoạn O_1O_2 dao động ngược pha với nguồn O_2.

c) Gọi N là điểm nằm trên đường trung trực đoạn O_1O_2 cách O một đoạn 8 cm. Hỏi trên đoạn NO có bao nhiêu điểm dao động ngược pha với nguồn O_2 ?

Bài 8. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp O_1O_2 cách nhau 10 cm, O_1 dao động với phương trình $u_1 = \cos(30\pi t)$ (cm). O_2 dao động với phương trình $u_2 = \cos\left(30\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là $v = 30$ cm/s.

a) Xác định vị trí những điểm dao động với biên độ cực đại. Xác định số vân cực đại.

b) Xác định vị trí những điểm dao động với biên độ cực tiểu. Xác định số vân cực tiểu.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Theo bài ra ta có bước sóng trên sợi dây là :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{5}{25} = 0,2\,(m/s) = 20\ (cm/s).$$

Vị trí bụng sóng cách A một đoạn d là :

$$d = \frac{(2k+1)\lambda}{4} = \frac{(2k+1)20}{4} = 10k + 5\ (cm),\ k \in \mathbb{N}.$$

b) Tìm số bụng sóng ta xuất phát từ điều kiện :

$$0 \le d = 10k + 5 \le l = 100\ cm \Rightarrow -0,5 \le k \le 9,5.$$

Vì $k \in \mathbb{N}$, do đó: k = 0, 1,..., 9.

Vậy có 10 giá trị k nên có 10 bụng sóng.

c) Vị trí nút sóng cách A một đoạn d là : $d = \frac{k\lambda}{2} = \frac{k20}{2} = 10k$ (cm), $k \in \mathbb{N}$.

d) Tìm số nút sóng ta xuất phát từ điều kiện :

$$0 \le d = 10k \le l = 100\,\text{cm} \Rightarrow 0 \le k \le 10.$$

Vì $k \in \mathbb{N}$, do đó : $k = 0, 1, 2, .., 10$.

Vậy có 11 giá trị k nên có 11 nút sóng.

Bài 2. Biên độ sóng là : $A = \left|2\sin\left(\frac{\pi d}{4}\right)\right|$ (cm). Vị trí nút sóng là :

$$A = \left|2\sin\left(\frac{\pi d}{4}\right)\right| = 0 \Rightarrow \sin\left(\frac{\pi d}{4}\right) = 0 \Rightarrow \frac{\pi d}{4} = k.\pi \Rightarrow d_k = d = 4k,\ k \in \mathbb{N}.$$

Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là :

$$\Delta d = d_{k+1} - d_k = 4(k+1) - 4k = 4\,\text{cm} = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 8\,\text{cm}.$$

Tốc độ truyền sóng là : $v = \lambda.f = 8.10 = 80$ (cm/s).

Bài 3. Tại x = 2 cm thì phương trình dao động là :

$$u = 2\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)\cos(40\pi t) = \sqrt{3}\cos(40\pi t)\ \text{(cm)}.$$

Vận tốc dao động là :

$$u' = -40\pi\sqrt{3}\sin(40\pi t)\,\text{(cm/s)} = -40\sqrt{3}\sin(40\pi.0{,}125) = 0\,\text{(cm/s)}.$$

Bài 4. a) Theo đề bài ở điểm O tại thời điểm t_1 có li độ :

$$\begin{cases} x_1 = 4\sin\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = \sqrt{2}\ \text{cm} \\ v_1 = \frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) \ge 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \cos\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) \ge 0 \Rightarrow \cos\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}. \end{cases}$$

Từ đó, suy ra : $\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{4} + k.2\pi.$

Tại thời điểm $t_2 = t_1 + 3$ (s), tại điểm O :

$$\begin{cases} x_2 = 2\sin\left(\frac{\pi(t_1+3)}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = -2\sin\left(\frac{\pi t_1}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = -\sqrt{2}\ \text{(cm)} \\ v_2 = \frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{\pi(t_1+3)}{3} + \frac{\pi}{6}\right) = -\frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{\pi t_1}{6} + \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{\pi\sqrt{2}}{3}\ \text{(cm/s)}. \end{cases}$$

b) Phương trình dao động của phần tử tại điểm M là :

$$x_M = 2\sin\left(\frac{\pi}{3}\left(t - \frac{d}{v}\right) + \frac{\pi}{6}\right) = 2\sin\left(\frac{\pi}{3}\left(t - \frac{40}{20}\right) + \frac{\pi}{6}\right) = 2\sin\left(\frac{\pi}{6}t - \frac{\pi}{2}\right)\ \text{(cm)}.$$

Tại thời điểm $t_1 + 0{,}5$ (s) li độ và vận tốc dao động của điểm M là :

$$\begin{cases} v_{M1} = \dfrac{2\pi}{3}\cos\left(\dfrac{\pi(t_1+0,5)}{3} - \dfrac{\pi}{2}\right) \\ a_{M1} = -2\dfrac{\pi^2}{9}\sin\left(\dfrac{\pi(t_1+0,5)}{3} - \dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$$

Thế số ta được : $\begin{cases} v_{M1} = \dfrac{2\pi}{3}\cos\left(\dfrac{\pi}{4} + k.2\pi - \dfrac{\pi}{2}\right) = -\dfrac{\pi\sqrt{2}}{3}\ (cm/s) \\ a_{M1} = -\dfrac{2\pi^2}{9}\sin\left(\dfrac{\pi}{4} + k.2\pi - \dfrac{\pi}{2}\right) = \dfrac{\sqrt{2}\pi^2}{9}\ (cm/s^2). \end{cases}$

Bài 5. Hiệu số pha dao động giữa điểm O và M là :

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{4} - \left(-\frac{\pi x}{4} + \frac{\pi}{4}\right) = \frac{\pi x}{4} = \frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 8\text{ cm}.$$

Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda.f = \lambda.\dfrac{\omega}{2\pi} = 8.\dfrac{20\pi}{2\pi} = 80\ (cm/s).$

Bài 6. a) - Nếu các điểm M_1, M_2 nằm trên vân cực đại thì :

$$\begin{cases} M_1O_2 - M_1O_1 = -3\text{ cm} = k\lambda \\ M_2O_2 - M_2O_1 = 5\text{ cm} = (k+4)\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 2\text{ cm} \\ k = -1,5 \notin \mathbb{Z}. \end{cases}$$

Vì giá trị k phải là số nguyên nên không thoả mãn.

- Nếu các điểm M_1, M_2 nằm trên vân cực tiểu thì :

$$\begin{cases} M_1O_2 - M_1O_1 = -3\text{ cm} = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\lambda \\ M_2O_2 - M_2O_1 = 5\text{ cm} = \left(k + 3 + \dfrac{1}{2}\right)\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 2\text{ cm} \\ k = -2 \in \mathbb{Z}. \end{cases}$$

Giá trị k là số nguyên nên thoả mãn.

Như vậy, M_1, M_2 nằm trên cực tiểu giao thoa.

b) Gọi N là điểm trên đoạn O_1O_2 dao động với biên độ cực tiểu. Gọi d là khoảng cách từ điểm N đến điểm O_1. Ta có :

$$NO_2 - NO_1 = 10 - d - d = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda = 2k + 1\ (cm)$$

$$\Rightarrow d = d_k = 4,5 - k\ (cm),\ k \in \mathbb{Z}.$$

Khoảng cách giữa hai điểm dao động với biên độ cực tiểu gần nhau nhất trên đoạn O_1O_2 là : $b = \left|d_{k+1} - d_k\right| = \left|(4,5-k) - (4,5-(k+1))\right| = 1\ (cm) = \dfrac{\lambda}{2}.$

Bài 7. a) Dao động u_1, u_2 truyền đến điểm M có phương trình :

$$u_{1M} = u_{2M} = \cos\left(60\pi\left(t - \frac{d}{v}\right) + \frac{\pi}{3}\right) = \cos\left(60\pi t - 2\pi d + \frac{\pi}{3}\right)\ (cm).$$

Phương trình dao động của điểm M là :

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2\cos\left(60\pi t - 2\pi d + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (cm)}.$$

b) Hiệu số pha dao động giữa điểm M và nguồn O_2 là :

$$\Delta\varphi_M = \varphi_{O_2} - \varphi_M = \frac{\pi}{3} - \left(-2\pi d + \frac{\pi}{3}\right) = 2\pi d.$$

Điểm M dao động ngược pha với hai nguồn là :

$$\Delta\varphi_M = 2\pi d = k.2\pi + \pi \Rightarrow d_k = d = k + \frac{1}{2} \text{ (cm)},$$

với $k \in N^*$ sao cho $d_k \ge \frac{O_1O_2}{2} = 6$ (cm).

c) Số điểm dao động ngược pha với nguồn O_2 trên đoạn ON là :

$6\text{ (cm)} = OO_2 < d_k = k + \frac{1}{2} < NO_2 = \sqrt{NO^2 + OO_2^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\text{ (cm)}$

$\Rightarrow 5{,}5 < k < 9{,}5$ với $k \in \mathbb{Z}$ thì $k = 6, 7, 8, 9$.

Có 4 giá trị k nên có 4 điểm dao động ngược pha với nguồn O_2.

Bài 8. a) Gọi d_1, d_2 lần lượt là khoảng cách từ M đến hai nguồn O_1 và O_2.

Sóng truyền từ O_1 đến M làm cho phần tử tại M dao động theo phương trình :

$$u_{1M} = \cos\left(30\pi\left(t - \frac{d_1}{v}\right)\right) = \cos\left(30\pi\left(t - \frac{d_1}{30}\right)\right) = \cos(30\pi t - \pi d_1) \text{ (cm)}.$$

Sóng truyền từ O_2 đến M làm cho phần tử tại M dao động theo phương trình :

$$u_{2M} = \cos\left(30\pi\left(t - \frac{d_2}{v}\right) + \frac{\pi}{2}\right) = \cos\left(30\pi t - \pi d_2 + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}.$$

Hiệu số pha dao động do hai sóng truyền đến M là :

$$\Delta\varphi_M = \varphi_{1M} - \varphi_{2M} = -\pi d_1 - \left(-\pi d_2 + \frac{\pi}{2}\right) = (d_2 - d_1)\pi - \frac{\pi}{2}.$$

Điểm M dao động với biên độ cực đại khi :

$$\Delta\varphi_M = (d_2 - d_1)\pi - \frac{\pi}{2} = k.2\pi \Rightarrow d_2 - d_1 = 2k + \frac{1}{2} \text{ (cm) với } k \in \mathbb{Z}.$$

Số vân giao thoa cực đại : $|d_2 - d_1| = \left|2k + \frac{1}{2}\right| < O_1O_2 = 10$ (cm).

Hay $-5{,}25 < k < 4{,}25$, với $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 0, \pm 1, ..., \pm 4, -5$.

Vậy có 10 giá trị k nên có 10 vân giao thoa cực đại.

b) Điểm M dao động với biên độ cực tiểu khi :

$$\Delta\varphi_M = (d_2 - d_1)\pi - \frac{\pi}{2} = k.2\pi + \pi \Rightarrow d_2 - d_1 = 2k + \frac{3}{4} \text{ (cm) với } k \in \mathbb{Z}.$$

Số vân giao thoa cực đại : $|d_2 - d_1| = \left|2k + \frac{3}{4}\right| < O_1O_2 = 10$ (cm).

Hay $-5{,}375 < k < 4{,}625$, với $k \in \mathbb{Z}$ nên $k = 0, \pm 1, ..., \pm 4, -5$.

Vậy có 10 giá trị k nên có 10 vân giao thoa cực tiểu.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Chọn câu phát biểu **sai**.
A. Sóng cơ là những dao động cơ lan truyền trong một môi trường theo thời gian.
B. Sóng cơ là những dao động lan truyền trong không gian theo thời gian.
C. Phương tình sóng cơ là một hàm biến thiên tuần hoàn theo thời gian với chu kì là T.
D. Phương trình sóng cơ là một hàm biến thiên tuần hoàn trong không gian với chu kì là λ.

2. Sóng ngang là sóng
A. mà phương dao động của các phần tử môi trường luôn hướng theo phương nằm ngang.
B. mà phương dao động của các phần tử môi trường trùng với phương truyền sóng.
C. mà phương dao động của các phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng.
D. mà phương dao động của các phần tử môi trường thay đổi theo thời gian.

3. Chỉ ra câu đúng nhất.
Sóng dọc
A. truyền được trong chân không.
B. truyền được trong chất rắn và chất lỏng.
C. truyền được trong chất rắn, chất lỏng và chất khí.
D. chỉ truyền được trong không khí.

4. Tốc độ truyền sóng cơ trong một môi trường
A. phụ thuộc vào bản chất của môi trường và chu kì sóng.
B. phụ thuộc vào bản chất của môi trường và năng lượng sóng.
C. phụ thuộc vào bản chất của môi trường và nhiệt độ của môi trường.
D. phụ thuộc vào bản chất của môi trường và cường độ sóng.

5. Khi một sóng cơ truyền từ không khí vào nước thì đại lượng nào sau đây không thay đổi ?
A. Tốc độ. B. Tần số C. bước sóng D. Năng lượng

6. Bước sóng được định nghĩa :
A. Là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.
B. Là quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kì.
C. Là khoảng cách giữa hai nút sóng gần nhau nhất trong hiện tượng sóng dừng.
D. Cả A và B đều đúng.

7. Một sóng cơ lan truyền trên sợi dây, đại lượng nào dưới đây độc lập với các đại lượng khác ?
A. Tốc độ truyền sóng. B. Bước sóng.
C. Tất cả phụ thuộc nhau. D. Tần số.

8. Chọn câu đúng nhất.

Nguồn sóng kết hợp là các nguồn sóng cùng phương dao động và có

A. cùng tần số.

B. cùng biên độ.

C. độ lệch pha không đổi theo thời gian.

D. cùng tần số và độ lệch pha không đổi theo thời gian.

9. Điều nào sau đây **sai** khi nói về giao thoa sóng ?

A. Trong giao thoa của sóng nước, trên đường thẳng đi qua hai nguồn sóng, chỉ có đoạn giữa hai nguồn mới có giao thoa.

B. Trong giao thoa sóng có sự lan truyền năng lượng.

C. Trong sự giao thoa của sóng trên mặt nước, trên đoạn giữa hai nguồn sóng thì khoảng cách gần nhau nhất giữa điểm có biên độ cực đại và điểm có biên độ cực tiểu bằng $\frac{\lambda}{4}$.

D. Trong sự giao thoa của sóng trên mặt nước, trên đoạn giữa hai nguồn sóng thì khoảng cách gần nhau nhất giữa điểm có biên độ cực đại và điểm có biên độ cực tiểu bằng $\frac{\lambda}{2}$.

10. Trong giao thoa sóng trên mặt chất lỏng với hai nguồn kết hợp, cùng pha, những điểm dao động với biên độ cực tiểu có hiệu khoảng cách từ điểm đó đến hai nguồn là :

A. $d_2 - d_1 = k\lambda, k \in \mathbb{Z}$.

B. $d_2 - d_1 = k\lambda, k \in \mathbb{N}$.

C. $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, k \in \mathbb{Z}$.

D. $d_2 - d_1 = \frac{(2k+1)}{2}\lambda, k \in \mathbb{N}$.

11. Trong hiện tượng giao thoa sóng, những điểm trong môi trường truyền sóng là cực đại giao thoa khi hiệu đường đi của sóng từ hai nguồn kết hợp tới là :

A. $d_2 - d_1 = \frac{k\lambda}{2},\ k \in \mathbb{Z}$.

B. $d_2 - d_1 = \frac{(2k+1)\lambda}{2},\ k \in \mathbb{Z}$.

C. $d_2 - d_1 = \left(\frac{2k+1}{4}\right)\lambda,\ k \in \mathbb{Z}$.

D. $d_2 - d_1 = k\lambda, k \in \mathbb{Z}$.

12. Sóng dừng là

A. sóng không lan truyền nữa do bị một vật cản chặn lại.

B. sóng được tạo thành giữa hai điểm cố định trong môi trường.

C. sóng được tạo thành do sự giao thoa giữa hai sóng kết hợp truyền ngược nhau trên cùng một phương truyền sóng.

D. sóng được tạo thành do sự giao thoa giữa hai sóng truyền ngược nhau trên cùng một phương truyền sóng.

13. Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây mà hai đầu được giữ cố định, bước sóng bằng

A. độ dài của dây.

B. một nửa độ dài của dây.

C. khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.
D. hai lần khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

14. Trên một một chất lỏng, tại O có một nguồn sóng cơ dao động với tần số $f = 30\ \text{Hz}$. Tốc độ truyền sóng có giá trị trong khoảng $1{,}6\ \text{m/s} \le v \le 3\ \text{m/s}$. Biết tại điểm M cách O một khoảng 12 cm sóng tại đó luôn dao động ngược pha với dao động tại O. Tốc độ truyền sóng có giá trị là

A. 2 m/s. B. 3 m/s. C. 2,4 m/s. D. 1,6 m/s.

15. Một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài với chu kì T = 10 s và tốc độ truyền sóng v = 0,2 m/s. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất dao động cùng pha là

A. 1 m. B. 0,5 m. C. 2 m. D. 1,5 m.

16. Sóng truyền trên mặt nước từ O đến A rồi đến B trên phương truyền sóng OB. Phương trình dao động tại O là $u_O = 2\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$, phần tử tại B có phương trình sóng là $u_B = 2\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$. Cho biết tốc độ truyền sóng là $v = 2{,}4\ \text{m/s}$ và SA = 40 cm, AB = 20 cm. Phương trình dao động của phần tử tại A là

A. $u_A = 2\cos\left(\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. B. $u_A = 2\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

C. $u_A = 2\cos(\pi t)(\text{cm})$. D. $u_A = 2\cos\left(2\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$.

17. Một sóng cơ lan truyền một phương truyền sóng với vận tốc 40 cm/s. Phương trình dao động của một điểm O trên phương truyền đó là $u_O = \cos(4\pi t)(\text{cm})$. Phương trình dao động của phần tử tại điểm M nằm trước O và cách O 10 cm là

A. $u_M = \cos\left(4\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$. B. $u_M = \cos\left(4\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

C. $u_M = \cos(4\pi t + \pi)(\text{cm})$. D. $u_M = \cos(4\pi t - \pi)(\text{cm})$.

18. Sóng truyền từ M đến O với vận tốc không đổi v = 20 m/s. Phần tử tại O có phương trình dao động là $u_O = 4\sin\left(\dfrac{20\pi t}{9} - \dfrac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$. Biết MO = 0,5 m. Coi biên độ sóng là không đổi khi lan truyền. Phương trình dao động của phần tử tại M là

A. $u_M = 4\sin\left(\dfrac{20\pi t}{9} + \dfrac{\pi}{9}\right)(\text{cm})$. B. $u_M = 4\sin\left(\dfrac{20\pi t}{9} + \dfrac{2\pi}{9}\right)(\text{cm})$.

C. $u_M = 4\sin\left(\dfrac{20\pi t}{9} - \dfrac{\pi}{9}\right)(\text{cm})$. D. $u_M = 4\sin\left(\dfrac{20\pi t}{9} - \dfrac{2\pi}{9}\right)(\text{cm})$.

19. Một sóng cơ là truyền trong một môi trường vật chất có phương trình sóng : $u = \cos\left(4\pi t - \dfrac{2\pi x}{3}\right)$(cm). Tốc độ truyền sóng trong môi trường đó có giá trị

A. 3 m/s. B. 6 m/s. C. 1,5 m/s. D. 4,5 m/s.

20. Một sóng cơ lan truyền dọc theo trục Ox, phương trình dao động của phần tử tại điểm có toạ độ x (cm) là : $u = 2\sin(20t - \pi x)$ (cm). Tại cùng một thời điểm, hai điểm có toạ độ cách nhau 2,5 cm thì lệch pha với nhau một góc bằng bao nhiêu ?

A. 5π. B. 0,5π. C. 2,5π. D. 1,25π.

21. Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp là O_1 và O_2. Hai điểm M_1, M_2 nằm trên hai vân giao thoa cùng loại. M_1 nằm trên vân k, M_2 nằm trên vân $k + 3$. Biết $M_1O_2 - M_1O_1 = -1\,\text{cm}$ và $M_2O_2 - M_2O_1 = 5$ cm. Bước sóng là

A. $\lambda = 1\,\text{cm}$. B. $\lambda = 2\,\text{cm}$. C. $\lambda = 0{,}5\,\text{cm}$. D. $\lambda = 4\,\text{cm}$.

• *Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 22, 23, 24, 25 và 26.*

Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp O_1, O_2 cách nhau 10 cm dao động cùng tần số f = 20 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước 30 cm/s.

22. Điểm M cách O_1, O_2 những đoạn lần lượt 15 cm, 18 cm sẽ dao động với biên độ như thế nào ?

A. Cực đại. B. Cực tiểu.
C. Trung gian. D. Cực đại hoặc cực tiểu.

23. Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1, O_2 có mấy cực đại giao thoa ?

A. 1. B. 2.
C. 3. D. Không có cực đại giao thoa nào.

24. Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1, O_2 có mấy cực đại giao thoa ?

A. 1. B. 2.
C. 3. D. Không có cực đại giao thoa nào.

25. Số cực đại giao thoa là

A. 13. B. 15. C. 7. D. 8.

26. Số cực tiểu giao thoa là

A. 7. B. 8. C. 14. D. 16.

• *Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 25, 26 và 27.*

Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai ngồn sóng O_1, O_2 cách nhau 12 cm dao động cùng tần số f = 20 Hz. Một điểm M trên mặt nước cách O_1, O_2 những đoạn lần lượt 27,5 cm, 21,5 cm dao động với biên độ cực đại. Giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 có hai cực đại giao thoa nữa.

27. Bước sóng trên mặt nước là

A. $\lambda = 1,5$ cm. B. $\lambda = 3$ cm. C. $\lambda = 0,75$ cm. D. $\lambda = 4$ cm.

28. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

A. 60 cm/s. B. 15 cm/s. C. 30 cm/s. D. 45 cm/s.

29. Vị trí những điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn O_1O_2 đối với nguồn O_2 xác định bởi

A. $d = 6 + 1,5k, k \in \mathbb{Z}$. B. $d = 6 + 0,375k, k \in \mathbb{Z}$.

C. $d = 6 + 3k, k \in \mathbb{Z}$. D. $d = 6 + 0,75k, k \in \mathbb{Z}$.

30. Hai nguồn sóng O_1, O_2 trên mặt nước dao động cùng pha và cách nhau 16 cm. Gọi O là trung điểm đoạn O_1O_2, C là điểm nằm trên đường trung trực đoạn O_1O_2 cách O một đoạn CO = 6 cm. Hỏi trong đoạn CO có bao nhiêu điểm dao động ngược pha với hai nguồn ? Biết bước sóng $\lambda = 1,6$ cm.

A. 4 điểm. B. 3 điểm. C. 2 điểm. D. 1 điểm.

31. Hai nguồn sóng O_1, O_2 trên mặt nước dao động cùng pha và cách nhau 6λ. Gọi O là trung điểm đoạn O_1O_2, trên đường tròn tâm O bán kính $R = 3,5\lambda$ có bao nhiêu điểm dao động với biên độ cực tiểu ?

A. 12 điểm. B. 24 điểm. C. 26 điểm. D. 13 điểm.

32. Một dây đàn hồi có chiều dài *l*, hai đầu dây cố định. Sóng dừng trên dây có bước sóng dài nhất là

A. $\frac{l}{4}$. B. $\frac{l}{2}$. C. l. D. $2l$.

33. Một sợi dây đàn hồi có chiều dài $l = 2$ m, hai đầu cố định, người ta kích thích để trên dây có sóng dừng. Quan sát sóng dừng thấy có 4 bụng sóng trên dây. Bước sóng trên sợi dây là

A. $\lambda = 2$ m. B. $\lambda = 1$ m. C. $\lambda = 0,5$ m. D. $\lambda = 0,25$ m.

ĐÁP ÁN

1B	2C	3C	4C	5B	6D	7D	8D	9A	10C
11D	12C	13A	14C	15C	16D	17C	18C	19B	20C
21B	22B	23A	24C	25B	26C	27A	28C	29D	30D
31B	32D	33B							

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

2. Chọn C. Sóng ngang là sóng mà phương dao động của các phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng

3. Chọn C. Nếu lực đàn hồi xuất hiện khi có biến dạng nén, dãn thì môi trường truyền sóng dọc, do đó, sóng dọc truyền cả môi trường rắn, lỏng, khí.

4. Chọn C. Tốc độ truyền sóng cơ trong một môi trường phụ thuộc vào bản chất của môi trường và nhiệt độ môi trường.

5. Chọn B. Khi một sóng cơ truyền từ không khí vào nước thì đại lượng không thay đổi là tần số.

6. Chọn D. Bước sóng được định nghĩa :
   - Là khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha.
   - Là quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kì.

7. Chọn D. Tần số của sóng bằng tần số của nguồn âm.

8. Chọn D. Nguồn sóng kết hợp là nguồn sóng có cùng phương dao động và có :
   - Cùng tần số
   - Độ lệch pha không đổi theo thời gian.

9. Chọn A. Trong vùng không gian giữa hai nguồn xuất hiện giao thoa.

10. Chọn C. Trong hiện tượng giao thoa sóng, những điểm trong môi trường truyền sóng nằm trên cực tiểu giao thoa là : $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, k \in \mathbb{Z}$.

11. Chọn D. Trong hiện tượng gia thoa sóng, những điểm trong môi trường truyền sóng là cực đại giao thoa khi : $d_2 - d_1 = k\lambda$, với $k \in \mathbb{Z}$.

12. Chọn C. Sóng dừng là sóng được tạo thành do sự giao thoa giữa hai sóng kết hợp truyền ngược nhau trên cùng một phương truyền sóng.

13. Chọn A. Trong hệ sóng dừng trên một sợi dây mà hai đầu được giữ cố định, bước sóng bằng hai lần khoảng cách giữa hai nút sóng hay hai bụng sóng liên tiếp.

14. Chọn C. Theo đề bài, ta có :

$$MO = \frac{(2k+1)\lambda}{2} = 12\ (\text{cm}) = 0{,}12\ (\text{m}) \Rightarrow \lambda = \frac{0{,}24}{2k+1}\ (\text{m}).$$

Theo đề ra, ta có : $1{,}6\ \text{m/s} \le v = \lambda.f = \frac{7{,}2}{2k+1} \le 3\ \text{m/s} \Rightarrow 0{,}7 \le k \le 1{,}75$.

Vì $k \in \mathbb{N} \Rightarrow k = 1$, do đó $v = 2{,}4$ m/s.

15. Chọn C. Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng một phương truyền sóng dao động cùng pha nhau là : $d_{min} = \lambda = v.T = 0{,}2.10 = 2\ (\text{m})$.

16. Chọn D. Phương trình dao động của phần tử tại điểm M trên phương truyền sóng OA, cách O một đoạn d là :

$$u_M = 2\cos\left[\omega\left(t - \frac{d}{v}\right) + \frac{\pi}{6}\right] = 2\cos\left(\omega t - \frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{6}\right)\ (\text{cm}).$$

- Khi $M \equiv B$, $d = OA + AB = 60\text{ cm} = 0,6\text{ m}$ thì

$$\varphi_B = -\frac{2\pi.0,6}{\lambda} + \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow \lambda = 2,4\text{ m}$$

và $f = \frac{v}{\lambda} = 1\text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi\text{ rad/s}$.

- Khi $M \equiv A$ thì phương trình dao động của phần tử tại A là :

$$u_A = 2\cos\left(2\pi t - \frac{2\pi.0,4}{2,4} + \frac{\pi}{6}\right) = 2\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\text{ (cm)}.$$

17. Chọn C. Phương trình dao động của phần tử tại một điểm M trước O là :

$$u_M = \cos\left(4\pi t + 2\pi\frac{MO}{\lambda}\right) = \cos(4\pi t + \pi)\text{ (cm)}.$$

18. Chọn C. Phương trình dao động của phần tử tại điểm M :

$$u_M = 4\sin\left(\frac{20\pi}{9}\left(t - \frac{MO}{v}\right) - \frac{\pi}{6}\right) = 4\sin\left(\frac{20\pi}{9}\left(t - \frac{0,5}{20}\right) - \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$$

$$= 4\sin\left(\frac{20\pi}{9}t - \frac{\pi}{9}\right)\text{ (cm)}.$$

19. Chọn B. Ta có : $u = \cos\left(4\pi t - \frac{2\pi x}{3}\right) = 2\cos\left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$ (cm).

Tần số $f = 2$ Hz, bước sóng $\lambda = 3$ m.
Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = 3.2 = 6$ (m/s).

20. Chọn C. Phương trình dao động của phần tử tại điểm có toạ độ $x + 2,5$ cm là :

$$u = 2\sin(20t - \pi(x + 2,5)) = 2\sin(20t - \pi x - 2,5\pi).$$

Vậy độ lệch pha giữa điểm x và $x + 2,5$ cm là : $2,5\pi$.

21. Chọn B. - Nếu các điểm M_1, M_2 nằm trên vân cực đại thì :

$$\begin{cases} M_1O_2 - M_1O_1 = -1\text{ cm} = k\lambda \\ M_2O_2 - M_2O_1 = 5\text{ cm} = (k+3)\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 2\text{ cm} \\ k = -0,5 \notin \mathbb{Z}. \end{cases}$$

Giá trị k không nguyên nên không thoả mãn.
- Nếu các điểm M_1, M_2 nằm trên vân cực tiểu thì :

$$\begin{cases} M_1O_2 - M_1O_1 = -1\text{ cm} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \\ M_2O_2 - M_2O_1 = 5\text{ cm} = \left(k + 3 + \frac{1}{2}\right)\lambda \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda = 2\text{ cm} \\ k = 0 \in \mathbb{Z}. \end{cases}$$

Vì giá trị k nguyên, nên thoả mãn.

22. Chọn B. Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{30}{20} = 1,5$ (cm).

Điểm M có : $MO_2 - MO_1 = 18 - 15 = 3 = 2\lambda = k\lambda$.

Vậy tại M có cực đại giao thoa, tức biên độ dao động của sóng là cực đại.

23. Chọn A. Điểm M dao động với biên độ cực đại, ứng với $k = 2$. Đường trung trực đoạn O_1O_2 là cực đại giao thoa, ứng với $k = 0$.
Như vậy, giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 còn có một đường trung trực nữa, ứng với $k = 1$.

24. Chọn C. Giữa hai cực đại liên tiếp thì có một cực tiểu giao thoa, do đó giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 có 2 cực tiểu giao thoa nữa.

25. Chọn B. Nếu N nằm trên cực đại giao thoa thì :

$$|NO_2 - NO_1| = |k\lambda| = 1{,}5|k| < O_1O_2 = 10\text{ cm với } k \in \mathbb{Z}.$$

Hay $$|k| < \frac{20}{3},\ k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1 ..., \pm 6.$$

Vậy có 15 giá trị k nên có 15 cực đại giao thoa.

26. Chọn C. Nếu N nằm trên cực tiểu giao thoa thì :

$$|NO_2 - NO_1| = \left|\frac{(2k+1)\lambda}{2}\right| = 0{,}75|2k+1| < O_1O_2 = 10\text{ cm với } k \in \mathbb{Z}.$$

Hay $$\frac{-20}{3} - \frac{1}{2} < k < \frac{20}{3} - \frac{1}{2},\ k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1 ..., \pm 6, -7.$$

Vậy có 14 giá trị k nên có 14 cực tiểu giao thoa.

27. Chọn A. Đường trung trực đoạn O_1O_2 là cực đại giao thoa, ứng với $k = 0$. Mặt khác, điểm M nằm trên cực đại giao thoa, giữa điểm M và đường trung trực đoạn O_1O_2 có 3 cực đại giao thoa nữa, do vậy điểm M nằm trên cực đại giao thoa, ứng với $k = \pm 4$.
Theo đề bài ta có : $MO_2 - MO_1 = 21{,}5 - 27{,}5 = -6\text{ cm} = k\lambda < 0$.
Do đó, $k = -4$ nên bước sóng : $\lambda = 1{,}5$ cm.

28. Chọn C. Tốc độ truyền sóng : $v = \lambda f = 1{,}5.20 = 30$ (cm/s).

29. Chọn D. Gọi N là điểm nằm trên O_1O_2 dao động với biên độ cực đại và cách O_2 một đoạn d. Ta có :

$$NO_2 - NO_1 = d - (12 - d) = k\lambda = 1{,}5k \Rightarrow d = 6 + 0{,}75k\ \text{(cm)}$$

với $k \in \mathbb{Z}$ và $0 < d < 12$ cm.

30. Chọn D. Độ lệch pha giữa điểm M trên đường trung trực đoạn O_1O_2, cách O_1 d cm có độ lệch pha với hai nguồn là : $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda}$. M dao động ngược pha với hai nguồn thì $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi d}{\lambda} = k.2\pi + \pi \Rightarrow d = k\lambda + \dfrac{\lambda}{2},\ k \in \mathbb{Z}$.

Tính trong đoạn CO :

$$\frac{O_1O_2}{2} = 8\,(\text{cm}) \le d = 1,6k + 0,8\,(\text{cm}) \le CO_1 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\,(\text{cm})$$

$$\Rightarrow 4,5 \le k \le 5,75,\ k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 5.$$

Vậy chỉ có một giá trị k thoả mãn và do đó chỉ có một điểm.

31. Chọn B. Do $R = 3,5\lambda > \frac{O_1O_2}{2} = 3\lambda$ nên hai điểm O_1, O_2 nằm trong đường tròn này. Số điểm giao động với biên độ cực tiểu thoả mãn :

$$|MO_2 - MO_1| = \left|\frac{(2k+1)\lambda}{2}\right| < O_1O_2 = 6\lambda$$

Suy ra : $-6,5 < k < 5,5,\ k \in \mathbb{Z} \Rightarrow k = 0, \pm 1, .., \pm 5, -6.$

Có 12 giá trị k nên có 12 cực tiểu giao thoa. Do vậy, có $12 \times 2 = 24$ điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đường tròn.

32. Chọn D. Bước sóng dài nhất ứng với sự xuất hiện song dừng trên sợi dây chỉ có một bụng sóng duy nhất, nên ta có : $l = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 2l$.

33. Chọn B. Theo đề bài : $l = 4\frac{\lambda}{2} = 2\ \text{m} \Rightarrow \lambda = 1\ \text{m}$.

Chủ đề 2
SÓNG ÂM

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. ***Sóng âm*** là dao động cơ truyền trong các môi trường rắn, lỏng, khí.
   - Sóng âm nghe được (hay còn gọi là âm thanh) có tần số f từ 16 Hz đến 20 000 Hz.
   - Sóng âm có tần số f < 16 Hz gọi là hạ âm.
   - Sóng âm có tần số f > 20 000 Hz gọi là siêu âm.

   Tai con người không thể nghe được sóng hạ âm và siêu âm.

2. ***Độ cao của âm*** là một đặc trưng sinh lí của âm, phụ thuộc vào đặc trưng vật lí của âm là tần số của âm. Âm thanh cao có tần số lớn, âm trầm có tần số thấp.

3. ***Âm sắc*** là đặc trưng sinh lí của âm gắn với đồ thị dao động âm, để phân biệt cùng một âm có tần số f_0, nhưng do các nguồn âm, nhạc cụ khác nhau phát ra.

4. *Nhạc âm* là dao động tổng hợp của nhiều âm phát ra cùng một lúc gây cho con người cảm giác du dương dễ chịu có tần số là âm cơ bản f_1 và các hoạ âm $2f_1$, $3f_1$,...với các biên độ tương ứng A_1, A_2, A_3, ... Hoạ âm nào có biên độ lớn nhất sẽ quyết định độ cao của âm phát ra. Tóm lại âm sắc phụ thuộc vào số các hoạ âm và cường độ các hoạ âm.

5. Cường độ âm là năng lượng được sóng âm truyền đi trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương truyền âm.
   Kí hiệu I, đơn vị W/m^2.

6. ***Mức cường độ âm*** L là lôga thập phân của tỉ số $\frac{I}{I_0}$, là đại lượng dùng để so sánh độ to của một âm so với âm chuẩn và được định nghĩa bằng công thức :

$$L = \lg\frac{I}{I_0}\,(B) = 10\lg\frac{I}{I_0}\,(dB)$$

   trong đó, I_0 là cường độ âm chuẩn được lấy là giá trị ngưỡng nghe của âm có tần số f = 1 000 Hz. $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

7. ***Độ to của âm*** là một đặc trưng sinh lí của âm phụ tuộc vào mức cường độ âm, tần số âm.
   - *Ngưỡng nghe* là cường độ âm nhỏ nhất mà tai người nghe được. Ngưỡng nghe phụ thuộc vào tần số âm.
   - *Ngưỡng đau* là giá trị cực đại của cường độ âm mà tai ta có thể chịu đựng được (> 10 W/m^2 đối với mọi tần số).

8. ***Hiệu ứng Đốp-ple*** trong âm học là hiệu ứng mà tần số và bước sóng của âm bị thay đổi khi nguồn phát âm chuyển động tương đối với người quan sát (máy thu âm).
Tần số f' người quan sát (máy thu) thu được bằng :

$$f' = f\frac{v \pm v_M}{v \mp v_S},$$

trong đó v_M là tốc độ của người quan sát theo phương của nguồn đối với môi trường, v_S là tốc độ của nguồn theo phương của người quan sát đối với môi trường, v là tốc độ của sóng trong môi trường, f là tần số của âm do nguồn phát ra trong môi trường. Lấy dấu ở trên khi nguồn và người quan sát chuyển động lại gần nhau, lấy dấu ở dưới khi nguồn và người quan sát chuyển động ra xa nhau.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CHO SÓNG ÂM

Phương pháp giải

1. *Áp dụng công thức liên hệ :* $\lambda = v.T = \frac{v}{f}$.
2. *Xác định mức cường độ âm chúng ta áp dụng công thức ở mục A :*

$$L = \lg\frac{I}{I_0}\ (B) = 10\lg\frac{I}{I_0}\ (dB)$$

I_0 là cường độ âm chuẩn được lấy là giá trị ngưỡng nghe của âm có tần số $f = 1\,000\ Hz$. $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$.

3. *Âm truyền trong không gian, ở điểm A cách nguồn âm N một đoạn NA có cường độ âm I_A. Công suất nguồn âm :* $\mathscr{P}_N = 4\pi.NA^2.I_A$
4. *Để so sánh độ cao, độ to của âm chúng ta áp dung lí thuyết các phần ở mục 2, mục 8.*

Ví dụ 1. Người ta gõ vào một thanh thép dài và nghe thấy âm nó phát ra. Trên thanh thép, người ta quan sát thấy hai điểm gần nhau nhất dao động ngược pha nhau thì cách nhau 1 m. Tốc độ truyền âm trong thanh thép là 5 000 m/s. Hãy tính tần số âm thanh thép phát ra.

Giải

Khoảng cách giữa hai điểm gần nhau nhất trên cùng phương truyền sóng dao động ngược pha nhau cách nhau một khoảng bằng $\frac{\lambda}{2}$, do đó, ta có :

$$\frac{\lambda}{2} = 1\ \text{m} \Rightarrow \lambda = 2\,\text{m}.$$

Tần số âm : $$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5\,000}{2} = 2\,500\ (\text{Hz}).$$

Ví dụ 2. Hai âm có tần số, cường độ, ngưỡng nghe tương ứng là :

Âm 1 : $f_1 = 1\,000$ Hz, $I_1 = 10^{-9}$ W/m², $I_{1\,min} = 10^{-12}$ W/m² ;

Âm 2 : $f_2 = 50$ Hz, $I_1 = 10^{-9}$ W/m², $I_{2min} = 10^{-7}$ W/m².

a) So sánh độ cao, độ to của hai âm đó.

b) Tính mức cường độ âm của Âm 1.

Giải

a) Ta thấy $f_1 = 1\,000\ \text{Hz} > f_2 = 50\ \text{Hz}$, nên âm 1 cao hơn âm 2.

Độ to của âm : Âm 1 có $I_1 > I_{1min}$ ta nghe được âm này.

Âm 2 có $I_2 < I_{2min}$ ta không nghe được âm này.

b) Mức cường độ âm của Âm 1 :

$$L_1 = 10\lg\frac{I_1}{I_0} = 10\lg\frac{10^{-9}}{10^{-12}} = 30\ (\text{dB}).$$

Ví dụ 3. Tại một điểm A nằm cách nguồn âm N (coi là nguồn điểm) một khoảng NA = 1 m, mức cường độ âm là $L_A = 80$ dB.

a) Tính cường độ âm I_A của âm đó tại A.

b) Tính cường độ âm và mức cường độ âm tại B nằm trên đường NA cách nguồn âm một đoạn NB = 10 m. Bỏ qua sự hấp thụ âm của môi trường.

c) Tính công suất của nguồn âm N.

Giải

a) Cường độ I_A của âm đó tại A :

$$L_A = 10\lg\frac{I_A}{I_0} = 10\lg\frac{I_A}{10^{-12}} = 80\ (\text{dB})\ ;\ I_A = 10^8.10^{-12} = 10^{-4}\ (\text{W/m}^2).$$

b) Cường độ âm tại B : $\mathscr{P} = 4\pi.\text{NA}^2.I_A = 4\pi.\text{NB}^2.I_B$.

Suy ra : $$I_B = \left(\frac{\text{NA}}{\text{NB}}\right)^2 I_A = \left(\frac{1}{10}\right)^2.10^{-4} = 10^{-6}\ (\text{W/m}^2).$$

Mức cường độ âm : $$L_B = 10\lg\frac{I_B}{I_0} = 10\lg\frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60\ (\text{dB}).$$

c) Công suất của nguồn âm :

$$\mathscr{P} = 4\pi.\text{NA}^2.I_A = 4\pi.1^2.10^{-4} = 4\pi.10^{-4}\ (\text{W}).$$

Dạng 2. GIAO THOA SÓNG – SÓNG DỪNG CHO SÓNG ÂM

Phương pháp giải

1. *Sóng âm là sóng cơ nên cũng có các tính chất giao thoa sóng và sóng dừng. Tại vị trí mà âm được tăng cường tức là biên độ âm tăng lên mà năng lượng (hay cường độ âm) tỉ lệ với bình phương biên độ dao động do vậy tai ta nghe được âm to hơn và ngược lại tại vị trí biên độ giảm đi thì tai ta nghe được âm nhỏ đi.*
2. *Phương pháp giải các bài toán giao thoa sóng âm, sóng dừng của sóng âm hoàn toàn giống với giao thoa sóng cơ mà chúng tôi đã trình bày trong chủ đề* 1, *mục* 4, 5.

Ví dụ 1. Hai âm thoa nhỏ giống nhau được coi như hai nguồn phát âm O_1 và O_2 được đặt cách nhau một khoảng $O_1O_2 = 16$ m, cùng phát ra âm cơ bản có cùng phương trình $u_1 = u_2 = 2\cos(840\pi t)$ (mm). Tốc độ truyền âm trong không khí là v = 336 m/s.

a) Chứng minh trên đoạn thẳng O_1O_2 có những điểm tại đó âm thanh nghe là to nhất, nhỏ nhất. Coi biên độ không đổi.

b) Xác định vị trí và số điểm trên đoạn thẳng O_1O_2 không nhận được âm thanh.

Giải

a) Gọi d (m) là khoảng cách từ nguồn âm O_2 đến điểm M nằm trong đoạn O_1O_2.

Phương trình dao động của phần tử tại M do nguồn O_2 truyền đến là :

$$u_{2M} = 2\cos\left(840\pi\left(t - \frac{d}{v}\right)\right) = 2\cos\left(840\pi t - \frac{5\pi d}{2}\right) \text{ (mm)}.$$

Phương trình dao động của phần tử tại M do nguồn O_1 truyền đến là :

$$u_{1M} = 2\cos\left(840\pi\left(t - \frac{16-d}{v}\right)\right) = 2\cos\left(840\pi t - 40\pi + \frac{5\pi d}{2}\right) \text{ (mm)}.$$

Phương trình dao động tổng hợp của phần tử tại M là :

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2\cos\left(840\pi t - \frac{5\pi d}{2}\right) + 2\cos\left(840\pi t - 40\pi + \frac{5\pi d}{2}\right)$$

$$= 4\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\cos(840\pi t - 20\pi) \text{ (mm)}.$$

Biên độ dao động của phần tử tại điểm M là :

$$A_M = 4\left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| \text{ (mm)}.$$

Điểm M dao động với biên độ cực đại nghĩa là âm ta nghe được là lớn nhất.

$$A_{M\max} = 4\left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| = 4 \text{ (mm)} \Rightarrow \left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| = 1.$$

Điểm M dao động với biên độ cực tiểu nghĩa là không nghe được âm.

$$A_{M\min} = 4\left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| = 0 \Rightarrow \left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| = 0$$

b) Tại vị trí không nghe được âm :

$$\left|\cos\left(20\pi - \frac{5\pi d}{2}\right)\right| = 0 \Rightarrow 20\pi - \frac{5\pi d}{2} = \frac{\pi}{2} + k\pi$$

Hay $$d = \frac{39}{5} - \frac{2k}{5}\ (\text{m}),\ k \in \mathbb{Z}.$$

Vị trí điểm M dao động với biên độ cực tiểu : $d = \frac{39}{5} - \frac{2k}{5}$ (m), $k \in \mathbb{Z}$.

Do $0 < d < 16$ m nên $0 < d = \frac{39}{5} - \frac{2k}{5} < 16$ m $\Leftrightarrow -20,5 < k < 19,5$.

Với $k \in \mathbb{Z}$ thì $k = 0, \pm 1, \ldots, \pm 19, -20$. Có 40 giá trị của k nên có 40 điểm trên đoạn O_1O_2 không nhận được âm thanh.

Ví dụ 2. Một âm thoa T đặt trên miệng ống thuỷ tinh hình trụ chứa nước, trong bình có thước đo cột không khí của bình, phía dưới đáy bình có vòi nước để tháo nước ra. Khi mức nước trong bình hạ xuống đến các giá trị thích hợp thì người ta nghe thấy âm phát ra ở miệng bình là to nhất hoặc không nghe thấy. Khi chiều cao cột không khí trong bình AB = 56,25 cm thì thấy âm phát ra ở miệng bình là cực đại. Biết tần số dao động của âm thoa f = 1 360 Hz, tốc độ truyền âm là v = 340 m/s.

a) Giải thích hiện tượng.

b) Tính số bụng sóng trên đoạn AB.

c) Để nghe được âm nhỏ nhất tiếp theo ta phải hạ mức nước trong bình xuống một đoạn bằng bao nhiêu ?

Giải

a) Xét một điểm M nằm giữa cột không khí AB. Điểm M đồng thời nhận được hai sóng âm : sóng âm tới do âm thoa truyền tới, sóng âm phản xạ do âm thoa truyền đến mặt nước B sau đó phản xạ tại B truyền đến điểm M. Hai sóng này là hai sóng kết hợp do có cùng tần số và hiệu số pha không đổi vì điểm M có vị trí xác định, do vậy xảy ra hiện tượng giao thoa sóng dừng. Kết qua là có những bụng sóng và nút sóng cố định xuất hiện trong cột không khí AB.

- Nếu tại miệng bình A là vị trí của một bụng sóng thì âm ta nghe thấy là lớn nhất.

- Nếu tại miệng bình A là vị trí của nút sóng thì âm ta nghe được là bé nhất.

b) Bước sóng : $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1\,360} = 0,25\ (\text{m}) = 25\ (\text{cm})$.

Khi AB = 81,25 cm âm ta nghe được tại miệng bình A là lớn nhất do đó A là vị trí của một bụng sóng. Ta có :

$$AB = \frac{(2k+1)\lambda}{4} = \frac{(2k+1)25}{4} = 56,25 \text{ (cm)} \Rightarrow k = 4.$$

Trên đoạn AB sẽ có 7 bụng sóng ứng với k = 0, 1,..., 4.

c) Để lại nghe được âm là nhỏ nhất thì ta phải hạ mức nước trong bình xuống để xuất hiện nút sóng tiếp theo. Mức nước trong bình phải hạ xuống là :

$$l = \frac{\lambda}{4} = \frac{25}{4} = 6,25 \text{ (cm)}.$$

Dạng 3. HIỆU ỨNG ĐỐP-PLE

Phương pháp giải

> *Tần số f' người quan sát (máy thu) thu được bằng :* $f' = f\frac{v \pm v_M}{v \mp v_S}$,
>
> *trong đó* v_M *là tốc độ của người quan sát theo phương của nguồn đối với môi trường,* v_S *là tốc độ của nguồn theo phương của người quan sát đối với môi trường,* v *là tốc độ của sóng trong môi trường,* f *là tần số của âm do nguồn phát ra trong môi trường. Lấy dấu ở trên khi nguồn và người quan sát chuyển động lại gần nhau, lấy dấu ở dưới khi nguồn và người quan sát chuyển động ra xa nhau.*

Ví dụ 1. Một nguồn âm phát ra âm có tần số 1 000 Hz chuyển động đi ra xa một người về hướng một vách đá với tốc độ 30 m/s. Tốc độ âm trong không khí là 340 m/s. Hỏi :

a) Tần số của âm mà người đó nghe được trực tiếp từ nguồn âm.

b) Tần số của âm mà người đó nghe được sau khi phản xạ lên vách đá.

Giải

a) Tần số của âm mà người đó nghe trực tiếp từ nguồn âm :

$$f' = \frac{vf}{v + v_S} = \frac{340.1\,000}{340 + 30} = 918,92 \text{ (Hz)}.$$

b) Nguồn âm chuyển động lại gần vách đá (người đứng yên so với vách đá) nên tần số của âm mà người đó nghe được sau khi phản xạ lên vách đá là :

$$f'' = \frac{vf}{v - v_S} = \frac{340.1\,000}{340 - 30} = 1096,77 \text{ (Hz)}.$$

Ví dụ 2. Một người đang đứng bên lề đường thì nghe tiếng còi của xe cảnh sát. Khi xe cảnh sát chuyển động lại gần người này thì tần số tiếng còi nghe được là 1 050 Hz, khi xe cảnh sát vượt qua người này rồi thì tần số tiếng còi nghe được là 950 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s.

a) Xác định tốc độ của xe cảnh sát.

b) Tần số còi xe cảnh sát phát ra ?

Giải

a) Khi xe cảnh sát chuyển động lại gần người này thì tần số tiếng còi nghe được là :

$$f' = \frac{vf}{v - v_S}. \qquad (1)$$

Khi xe cảnh sát chuyển động ra xa người này thì tần số tiếng còi nghe được là :

$$f'' = \frac{vf}{v + v_S}. \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta suy ra :

$$\frac{f'}{f''} = \frac{v + v_S}{v - v_S} \Rightarrow v_S = \frac{(f' - f'')v}{f' + f''} = \frac{(1\,050 - 950).330}{1\,050 + 950} = 16{,}5\ (\text{m/s}).$$

Vậy tốc độ của xe cảnh sát là 16,5 m/s.

b) Tần số tiếng còi do xe cảnh sát phát ra là :

$$f = f'\left(1 - \frac{v_S}{v}\right) = 1050\left(1 - \frac{16{,}5}{330}\right) = 997{,}5\ (\text{Hz}).$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. a) Hãy cho biết đồ thị dao động của âm thanh do người hoặc nhạc cụ phát ra có dạng hình sin không ? Giải thích tại sao ?

b) Thế nào là ngưỡng nghe, ngưỡng đau ?

Bài 2. Một nguồn điểm phát sóng âm với công suất 80 W.

a) Tính cường độ âm tại điểm M cách nguồn âm khoảng 3 m.

b) Xác định vị trí điểm N, tại đó mức cường độ âm thu được là 40 dB.

Bài 3. Động cơ của một cỗ máy trong một xưởng cơ khí phát ra âm có cường độ 10^{-5} W/m^2.

a) Tính cường độ âm của máy này và tính mức cường độ âm mới nếu có thêm một máy thứ hai giống máy trước được đặt thêm vào xưởng cạnh máy thứ nhất.

b) Một số máy mới được đặt thêm vào xưởng, các máy đặt cạnh nhau. Mức cường độ âm lúc này là 77 dB. Tính số máy đặt vào.

Bài 4. Một sóng âm có tần số xác định, truyền trong không khí và trong nước với tốc độ lần lượt là 330 m/s và 1 452 m/s. Khi sóng âm đó truyền từ nước ra không khí thì bước sóng thay đổi thế nào ?

Bài 5. Cột không khí trong ống thủy tinh có độ cao l có thể thay đổi được nhờ điều chỉnh mực nước trong ống. Đặt một âm thoa **k** trên miệng ống thủy tinh đó. Khi âm thoa dao động, nó phát ra một âm cơ bản, ta thấy trong cột không khí có một sóng dừng ổn định. Khi độ cao thích hợp của cột không khí có trị số nhỏ nhất $l_0 = 13,5$ cm, người ta nghe thấy âm to nhất, biết rằng đầu A hở của cột không khí là một bụng sóng, còn đầu B kín là một nút sóng, vận tốc truyền âm là 340,2 m/s.

a) Tần số của âm do âm thoa phát ra có thể nhận giá trị nào ?

b) Khi thay đổi độ cao của cột không khí (tức cũng là thay đổi mực nước trong ống) ta thấy khi độ cao của cột không khí bằng 67,5 cm thì âm lại to nhất (lại có cộng hưởng âm). Số bụng sóng trong cột không khí ở trường hợp này là bao nhiêu ?

Bài 6. Người ta xác định tốc độ của một nguồn âm bằng cách sử dụng thiết bị đo tần số âm. Khi nguồn âm chuyển động thẳng đều lại gần thiết bị đang đứng yên thì thiết bị đo được tần số âm là 724 Hz, còn khi nguồn âm chuyển động thẳng đều với cùng tốc độ đó ra xa thiết bị thì thiết bị đo được tần số âm là 606 Hz. Biết nguồn âm và thiết bị cùng nằm trên một đường thẳng, tần số của nguồn âm phát ra là không đổi và tốc độ truyền âm trong môi trường bằng 338 m/s. Tốc độ của nguồn âm này là bao nhiêu ?

Bài 7. Người ta dùng búa gõ mạnh xuống đường ray xe lửa. Cách chỗ đó 1 090 m, một người áp tai xuống đường ray nghe thấy tiếng gõ truyền qua đường ray và 3 s sau mới nghe thấy tiếng gõ truyền qua không khí. Tính tốc độ truyền âm trong thép đường ray, biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Khi một người hoặc một nhạc cụ phát ra một âm cơ bản có tần số f_1 thì cũng đồng thời phát ra các hoạ âm có tần số $f_2 = 2f_1, f_3 = 3f_1, f_4 = 4f_1$, v.v...

Nhạc âm thực tế phát ra là tổng hợp của âm cơ bản và các hoạ âm, vì thế đồ thị dao động không là một đường hình sin.

b) - Ngưỡng nghe là giá trị nhỏ nhất của cường độ âm có thể gây nên cảm giác âm.

- Ngưỡng đau là giá trị lớn nhất của cường độ âm mà tai còn có cảm giác âm bình thường và chưa gây cảm giác đau cho tai.

Bài 2. a) Cường độ âm : $I_M = \dfrac{\mathscr{P}}{S} = \dfrac{\mathscr{P}}{4\pi r^2} = \dfrac{80}{4.3,14.3^2} = 0,707\ (\text{W/m}^2)$.

b) Ta có : $L = 10\lg\dfrac{I_N}{I_0} \Rightarrow \dfrac{I_N}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$

$$\Rightarrow I_N = I_0.10^{\frac{L}{10}} = 10^4 I_0 = 10^4.10^{-12} = 10^{-8}\ (\text{W/m}^2).$$

Từ đó, suy ra : $\frac{I_M}{I_N} = \frac{r_N^2}{r_M^2} \Rightarrow r_N = r_M.\sqrt{\frac{I_M}{I_N}} = 3.\sqrt{\frac{0,707}{10^{-8}}} = 2,52.10^4$ (m).

Bài 3. a) Ta có : $L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 10\lg\frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 10\lg 10^7 = 70$ (dB) ;

$$L' = 10\lg\frac{2I}{I_0} = 10\lg\frac{2.10^{-5}}{10^{-12}} = 10\lg(2.10^7) = 10\lg 2 + 10\lg 10^7 = 70,3 \text{ (dB)}.$$

b) Ta có : $L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 70 \text{ (dB)} \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^7$;

$$L'' = 10\lg\frac{I''}{I_0} = 77 \text{ (dB)} \Rightarrow \frac{I''}{I_0} = 10^{7,7}.$$

Từ đó, suy ra : $\frac{I''}{I} = \frac{10^{7,7}}{10^7} = 5 \Rightarrow I'' = 5I$. Vậy có 5 cố máy.

Bài 4. Khi truyền từ nước ra không khí thì chu kì của sóng âm không thay đổi. Do đó, ta có : $\lambda_n = v_n T$; $\lambda_{kk} = v_{kk} T$.

Từ đó, suy ra : $\frac{\lambda_n}{\lambda_{kk}} = \frac{v_n}{v_{kk}} = \frac{1\,452}{330} = 4,4$: bước sóng tăng 4,4 lần.

Bài 5. a) Vì nó là độ cao ngắn nhất nên giữa hai điểm A và B của cột không khí không tồn tại một nút hay một bụng sóng liền kề nó. Do đó, ta có :

$$l_0 = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 4l_0 = 54 \text{ (cm)} = 0,54 \text{ (m)}.$$

Tần số âm do âm thoa phát ra: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340,2}{0,54} = 630$ (Hz).

b) Theo bài ra ta có : $l = \frac{(2k+1)\lambda}{4} = \frac{(2k+1)54}{4} = 67,5 \Rightarrow k = 2$.

Bài 6. Ta có :

- Khi nguồn âm chuyển động lại gần máy thu đứng yên, ta có :

$$f_1 = f\frac{v}{v - v_S} = f\frac{338}{338 - v_S} = 724. \qquad (1)$$

- Khi nguồn âm chuyển động ra xa máy thu đứng yên, ta có :

$$f_2 = f\frac{v}{v + v_S} = f\frac{338}{338 + v_S} = 606. \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), suy ra : $\dfrac{\dfrac{338}{338 - v_S}}{\dfrac{338}{338 + v_S}} = \dfrac{724}{606} \Rightarrow v_S \approx 30$ (m/s).

Bài 7. Gọi v là tốc độ truyền âm trong thép đường ray. Thời gian sóng âm truyền trong thép đường ray là : $t_1 = \frac{1\,090}{v}$ (s).

Thời gian sóng âm truyền trong không khí là : $t_2 = \frac{1\,090}{340}$ (s).

Theo bài ra ta có : $t_2 - t_1 = \frac{1090}{340} - \frac{1090}{v} = 3\text{ (s)} \Rightarrow v \approx 5\,300$ m/s.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về sóng âm ?
   A. Sóng âm là dao động lan truyền trong các môi trường rắn, lỏng hoặc khí.
   B. Sóng âm có tần số nằm trong khoảng từ 200 Hz đến 16 000 Hz.
   C. Sóng âm không truyền được trong chân không.
   D. Tốc độ truyền sóng âm thay đổi theo nhiệt độ.

2. Để so sánh sự vỗ cánh nhanh hay chậm của con ong và con muỗi, người ta có thể dựa vào đặc tính sinh lí nào của âm do cách của chúng phát ra ?
   A. Âm sắc B. Cường độ âm
   C. Mức cường độ âm D. Độ cao

3. Độ cao của âm là một đặc tính sinh lí phụ thuộc vào
   A. tốc độ truyền âm. B. biên độ âm.
   C. tần số âm. D. năng lượng âm.

4. Âm sắc là
   A. đặc trưng sinh lí của âm.
   B. màu sắc của âm thanh.
   C. một tính chất vật lí của âm.
   D. một tính chất của âm giúp ta nhận biết được nguồn âm.

5. Độ to của âm là một đặc tính sinh lí của âm, phụ thuộc vào
   A. tốc độ âm. B. bước sóng vào năng lượng âm.
   C. tần số và cường độ âm. D. vận tốc và bước sóng.

6. Điều nào sau đây là **đúng** khi nói về những đặc trưng sinh lí của âm ?
   A. Độ cao của âm phụ thuộc vào tần số của âm.
   B. Âm sắc phụ thuộc vào các đặc tính vật lí của âm như biên độ, tần số và các thành phần cấu tạo của âm.
   C. Độ to của âm phụ thuộc vào biên độ hay mức cường độ âm.
   D. Cả A, B và C đều đúng.

7. Hai âm có cùng độ cao, chúng có cùng đặc điểm nào trong các đặc điểm sau ?
   A. Cùng tần số
   B. Cùng biên độ
   C. Cùng bước sóng trong một môi trường.
   D. Cả A và B.

8. Một nhạc cụ phát âm có tần số âm cơ bản f_0 = 420 Hz. Một người có thể

nghe được âm đến tần số cao nhất 20 000 Hz. Tần số âm cao nhất mà người này nghe được do dụng cụ trên phát ra là

A. 18 000 Hz. B. 17 000 Hz. C. 17 850 Hz. D. 17 640 Hz.

9. Đối với sóng siêu âm, thì con người

A. không thể nghe được.

B. có thể nghe được nhờ máy trợ thính thông thường.

C. có thể nghe được bởi tai người bình thường.

D. có thể nghe được nhờ hệ thống micrô và loa.

10. Quan sát người đánh đàn ghi ta, có thể thấy rằng trên cùng một dây đàn, nếu bấm ở những phím khác nhau thì những âm cơ bản phát ra tương ứng cũng khác nhau. Điều giải thích nào sau đây là **đúng** ?

A. Tần số âm cơ bản do dao động dây đàn phát ra tỉ lệ nghịch với độ dài của dây.

B. Bấm ở những phím khác nhau thì biên độ dao động là khác nhau.

C. Bấm ở những phím khác nhau thì có hiện tượng giao thoa sóng trên dây.

D. Một cách giải thích khác.

11. Chọn câu trả lời đúng. Cường độ âm tại một điểm trong môi trường truyền âm là 10^{-4} W/m^2. Biết cường độ âm chuẩn là $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Mức cường độ âm đại tại điểm đó bằng

A. 50 dB. B. 60 dB. C. 70 dB. D. 80 dB.

12. Hai âm thoa nhỏ giống nhau được coi như hai nguồn phát âm O_1 và O_2 được đặt cách nhau một khoảng $O_1O_2 = 24$ m, cùng phát ra âm cơ bản tần số cơ bản f = 420 Hz. Tốc độ truyền âm trong không khí là v = 336 m/s. Xác định số điểm âm thanh nghe lớn trên đoạn thẳng O_1O_2.

A. 38 điểm. B. 40 điểm. C. 39 điểm. D. 41 điểm.

13. Một lá thép mỏng, một đầu cố định, đầu còn lại được kích thích để dao động với chu kì không đổi và bằng 0,08 s. Âm do lá thép phát ra là

A. siêu âm. B. hạ âm.

C. nhạc âm. D. âm mà tai người nghe được.

14. Hiệu ứng Đốp-ple nói về hiện tượng :

A. thay đổi biên độ dao động của sóng âm.

B. thay đổi hướng truyền của sóng âm.

C. thay đổi tần số của âm.

D. thay đổi tốc độ truyền âm trong môi trường.

15. Một nguồn âm tiến lại gần người quan sát với tốc độ không đổi. Hiện tượng Đốp-ple biểu hiện như sau :

A. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có tần số thấp hơn tần số thực của nguồn âm.

B. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có tần số cao hơn tần số thực của nguồn âm.

C. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có tần số bằng tần số thực của nguồn âm.

D. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có tần số phụ thuộc vào khoảng cách từ người quan sát đến nguồn âm.

16. Súng bắn tốc độ giao thông dựa trên hiện tượng nào của sóng ?
A. Hiện tượng giao thoa sóng.
B. Hiện tượng sóng dừng.
C. Hiệu ứng Đốp-ple.
D. Hiện tượng cộng hưởng.

17. Khi nói về hiệu ứng Đốp-ple, trường hợp nào sau đây là đúng ?
Tần số âm thanh thu được là lớn nhất trong trường hợp :
A. Nguồn âm và máy thu chuyển động cùng hướng và cùng vận tốc v_0.
B. Nguồn âm đứng yên, máy thu chuyển động ra xa nguồn âm với vận tốc v_0.
C. Nguồn âm chuyển động ra xa máy thu với vận tốc v_0, máy thu đứng yên.
D. Nguồn âm và máy thu chuyển động ngược hướng nhau và cùng vận tốc v_0.

18. Một nguồn âm chuyển động ra xa người quan sát với vận tốc không đổi. Hiệu ứng Đốp-ple biểu hiện như sau :
A. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có bước sóng dài hơn bước sóng thực của nguồn âm phát ra.
B. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có bước sóng bằng bước sóng thực của nguồn âm phát ra.
C. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có bước sóng ngắn hơn bước sóng thực của nguồn âm phát ra.
D. Người quan sát sẽ thu được âm thanh có bước sóng phụ thuộc vào khoảng cách từ người quan sát đến nguồn âm.

19. Một nguồn âm phát ra âm có tần số f = 1 000 Hz chuyển động với tốc độ 20 m/s ra xa người quan sát. Tốc độ truyền âm trong không khí là $v = 340$ m/s. Người đó nghe được âm có tần số là :
A. $f = 1044,44$ Hz.
B. $f = 1444,44$ Hz.
C. $f = 944,44$ Hz.
D. $f = 1808,89$ Hz.

20. Một nguồn âm phát ra âm có tần số 2 000 Hz chuyển động lại gần người quan sát thì người này nghe được âm có tần số 2 050 Hz. Biết tốc độ truyền âm trong không khí là 340 m/s. Tốc độ của nguồn âm là
A. $v_S = 4,15$ m/s.
B. $v_S = 0,829$ m/s.
C. $v_S = 8,29$ m/s.
D. $v_S = 82,9$ m/s.

ĐÁP ÁN

1B	2D	3C	4D	5B	6D	7A	8D	9A	10A
11D	12C	13B	14C	15B	16C	17D	18A	19C	20C

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn B. Sóng âm có tần số nằm trong khoảng từ 16 Hz đến 20 000 Hz chứ không phải từ 200 Hz đến 16 000 Hz.

2. Chọn D. Sự vỗ cánh nhanh hay chậm phụ thuộc vào tần số hay độ cao.

3. Chọn C. Độ cao của âm phụ thuộc vào tần số âm.

4. Chọn D. Âm sắc giúp ta phân biệt được âm do nguồn âm phát ra.

5. Chọn B. Độ to của âm phụ thuộc vào tần số và cường độ âm.

6. Chọn D. Các phát biểu A, B và C là đúng.

7. Chọn A. Hai âm có cùng độ cao, chúng có cùng tần số.

8. Chọn D. Tần số các hoạ âm do nhạc cụ phát ra : $f = nf_0$.
Khi $n = 42 \Rightarrow f = 42.420 = 17\,640$ (Hz).

10. Chọn A. Tần số âm cơ bản do dây đàn phát ra tỉ lệ nghịch với độ dài của dây. Thực vậy, khi phát âm cơ bản, trên dây đàn có sóng dừng với nửa bước sóng λ bằng độ dài của dây. Ta có : $\lambda = 2l = \dfrac{v}{f} \Rightarrow f = \dfrac{v}{2l}$.
Vì tốc độ v không đổi khi ta nhấn phím đàn nên việc bấm ở những phím đàn khác nhau đã làm thay đổi chiều dài dây và do đó làm thay đổi tần số âm cơ bản (những âm cơ bản phát ra cũng khác nhau).

11. Chọn D. Ta có : $L = 10\lg\dfrac{I}{I_0} = 10\lg\dfrac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80\,(\text{dB})$.

12. Chọn C. Bước sóng : $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{336}{420} = 0{,}8\,(\text{m})$.
Điểm M trên đoạn O_1O_2 nghe được âm lớn nhất :
$$-O_1O_2 < MO_2 - MO_1 = k\lambda < O_1O_2 \text{ với } k \in \mathbb{Z}.$$
Hay $\quad -16 < k.0{,}8 < 16 \Leftrightarrow -20 < k < 20 \Rightarrow k = 0, \pm 1, ..., \pm 19$.
Vậy có 39 điểm trên đoạn thẳng O_1O_2 âm thanh nghe lớn nhất.

13. Chọn B. Tần số của âm phát ra là : $f = \dfrac{1}{T} = 12{,}5$ Hz. Âm do lá thép phát ra là hạ âm.

14. Chọn C. Hiệu ứng Đốp-ple nói về hiện tượng thay đổi tần số âm khi nguồn âm chuyển động tương đối với người quan sát.

15. Chọn B. Nguồn âm tiến lại gần người quan sát với tốc độ không đổi thì tần số âm sẽ tăng lên đối với người quan sát.

16. Chọn C. Súng bắn tốc độ dựa vào hiệu ứng Đốp-ple, trên cơ sở đo tần số âm phát ra và âm phản xạ người ta xác định được vận tốc của vật chuyển động.

17. Chọn D. Tần số âm lớn nhất khi vận tốc tương đối giữa nguồn âm và máy thu lớn nhất.

18. Chọn A. Khi nguồn âm chuyển động ra xa người quan sát thì tần số âm thu được giảm đi. Do tốc độ truyền âm không đổi nên bước sóng $\lambda = \dfrac{v}{f}$ nên bước sóng sẽ dài hơn.

19. Chọn C. Ta có : $f' = \dfrac{vf}{v + v_S} = \dfrac{340.1\,000}{340 + 20} = 944{,}44\,(\text{Hz})$.

20. Chọn C. Ta có : $f' = \dfrac{vf}{v - v_S} \Rightarrow v_S = v - \dfrac{vf}{f'} = 340 - \dfrac{340.2\,000}{2050} = 8{,}29\,(\text{m/s})$.

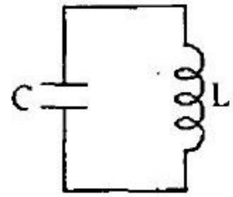
Chương 4.

DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Chủ đề 1
DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Sự biến thiên điện tích trong mạch dao động



• Xét mạch dao động LC, gồm tụ điện C và cuộn cảm L như hình vẽ bên.

• Phương trình biểu diễn sự biến thiên của điện tích của một bản tụ điện theo thời gian có dạng :

$$q'' + \omega^2 q = 0 \text{ với } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Nghiệm của phương trình có dạng : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Nếu không có tác động điện hoặc từ với bên ngoài, thì dao động trong mạch LC gọi là *dao động điện từ tự do*, và có các đặc trưng riêng là :

- *Tần số góc riêng* : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.
- *Chu kì riêng* : $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$.
- *Tần số riêng* : $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

2. Dao động điện từ trong mạch dao động

• Điện tích trên một bản tụ điện : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

• Hiệu điện thế trên tụ điện : $u_C = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C}\cos(\omega t + \varphi) = U_0\cos(\omega t + \varphi)$

với $U_0 = \frac{q_0}{C}$ là *biên độ hiệu điện thế* (hiệu điện thế cực đại).

Ta thấy, hiệu điện thế trên tụ *cùng pha* với điện tích trên tụ.

- Biểu thức dòng điện trong mạch :

$$i = q' = -q_0\omega\sin(\omega t + \varphi) = -I_0\sin(\omega t + \varphi) = I_0\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

với $I_0 = \omega q_0$ là *biên độ dòng điện* (cường độ dòng điện cực đại).

Ta thấy, cường độ dòng điện trong mạch *sớm pha* hơn điện tích (hiệu điện thế) một góc $\frac{\pi}{2}$.

3. Năng lượng điện từ trong mạch dao động

- Năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện :

$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi).$$

- Năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm :

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{LI_0^2}{2}\sin^2(\omega t + \varphi)$$

- Năng lượng điện từ mạch dao động :

$$W = W_C + W_L = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}.$$

- Năng lượng trong mạch dao động gồm năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện và năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm.

- Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường đều biến thiên tuần hoàn theo cùng một tần số. Tại mọi thời điểm, tổng năng lượng từ trường và năng lượng điện trường là không đổi. Nói cách khác, năng lượng của mạch dao động được bảo toàn.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. VIẾT BIỂU THỨC ĐIỆN TÍCH, DÒNG ĐIỆN VÀ HIỆU ĐIỆN THẾ

Phương pháp giải

1. Viết phương trình dao động điện từ :

Điện tích trên một bản tụ điện : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số dòng điện được xác định qua công thức : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Để xác định q_0 *và* φ. *xuất phát từ điều kiện kích thích ban đầu :*

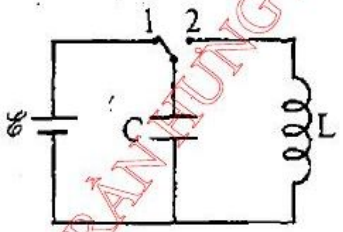
Lúc $t = 0$, *giả sử điện tích trên một bản tụ là* $q = q_0$ *còn cường độ dòng điện* $i = i_0$, *thì :*

$$\begin{cases} q = q_0\cos\varphi = q_0 \\ i = -q_0\omega\sin\varphi = i_0. \end{cases}$$

Giải hệ phương trình này ta tìm được q_0 *và* φ.

2. *Để tìm biểu thức hiệu điện thế trên tụ, cường độ dòng điện trong mạch ta áp dụng lí thuyết ở mục 2, phần Trọng tâm kiến thức.*
   - ***Lưu ý :*** *Cường độ dòng điện trong mạch sớm pha hơn điện tích (hiệu điện thế) một góc* $\frac{\pi}{2}$.

Ví dụ 1. Cho mạch dao động điện như hình vẽ. Tụ điện $C = 100\,\text{pF}$, hệ số tự cảm $L = 1$ mH, nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E} = 10$ V. Lấy $\pi^2 = 10$. Ban đầu, khoá K ở vị trí 1, tại thời điểm t = 0 đóng khoá K từ 1 sang 2 thì trong mạch có dao động điện từ.



a) Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ.

b) Viết biểu thức hiệu điện thế trên tụ điện C và dòng điện trong mạch.

Giải

a) Điện tích trên một bản tụ điện có biểu thức : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số góc : $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{1.10^{-3}100.10^{-12}}} = 10^6\pi$ (rad/s).

Lúc t = 0, ta có :

$$\begin{cases} q = q_0\cos\varphi = C\mathscr{E} = 100.10^{-12}.10 = 10^{-9}\ (\text{C}) \\ i = -q_0\omega\sin\varphi = 0 \Rightarrow \sin\varphi = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = 0 \\ \varphi = \pi \end{array}\right. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_0 = 10^{-9}\ \text{C} \\ \varphi = 0. \end{cases}$$

Biểu thức điện tích trên một bản tụ tụ : $q = 10^{-9}\cos(10^6\pi t)$ (C).

b) Biểu thức hiệu điện thế trên tụ là :

$$u = \frac{q}{C} = \frac{10^{-9}\cos(10^6\pi t)}{100.10^{-12}} = 10\cos(10^6\pi t)\ (\text{V}).$$

Biểu thức dòng điện trong mạch : $i = q' = -10^{-3}\pi\sin(10^6\pi t)$ (A).

Ví dụ 2. Cho mạch dao động LC. Tụ điện $C = 10^{-6}$F, hệ số tự cảm L = 4 H. Tại thời điểm t = 0 dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại $i = I_0 = 10$ A.

a) Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ.

b) Viết biểu thức hiệu điện thế trên tụ điện C và dòng điện trong mạch.

c) Tại thời điểm $t = \dfrac{16\pi.10^{-3}}{3}$ s, điện tích trên tụ bằng bao nhiêu ?

Giải

a) Theo bài ra điện tích trên tụ điện có biểu thức : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số góc : $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{4.10^{-6}}} = 500$ (rad/s).

Điện tích cực đại : $q_0 = \dfrac{I_0}{\omega} = \dfrac{10}{500} = 2.10^{-2}$ (C).

Lúc t = 0, ta có : $i = -I_0\sin\varphi = I_0 \Rightarrow \sin\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi$.

Biểu thức điện tích trên tụ : $q = 2.10^{-2}\cos(500t)$ (C).

b) Biểu thức hiệu điện thế trên tụ :

$$u_C = \frac{q}{C} = \frac{2.10^{-2}\cos\left(10^6\pi t\right)}{10^{-6}} = 2.10^4\cos\left(10^6\pi t\right)\ (\text{V}).$$

Biểu thức dòng điện trong mạch : $i = q' = -10\sin(500t)$ (A).

c) Lúc $t = \dfrac{16\pi.10^{-3}}{3}$ s, thì điện tích trên tụ là :

$$q = 2.10^{-2}\cos\left(500.\frac{16\pi.10^{-3}}{3}\right) = 2.10^{-2}\cos\left(\frac{8\pi}{3}\right) = -10^{-2}\ (\text{C}).$$

Dạng 2. BÀI TOÁN VỀ NĂNG LƯỢNG CỦA MẠCH DAO ĐỘNG

Phương pháp giải

- *Năng lượng điện trường tập trung ở tụ điện :*

$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t + \varphi) = \frac{LI_0^2}{2}\cdot\frac{1+\cos(2\omega + 2\varphi)}{2}.$$

- *Năng lượng từ trường tập trung ở cuộn cảm :*

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{LI_0^2}{2}\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{LI_0^2}{2}\cdot\frac{1+\cos(2\omega - 2\varphi)}{2}.$$

- *Năng lượng điện từ mạch dao động :*

$$W = W_C + W_L = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}.$$

Ta thấy, năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên điều hoà cùng tần số góc $\omega' = 2\omega$ *hay cùng chu kì* $\mathbf{T}' = \dfrac{T}{2}$.

Lưu ý rằng, trong một chu kì, năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường 4 lần.

Ví dụ 1. Trong mạch dao động LC, điện tích của một bản tụ điện biến thiên theo phương trình $q = q_0\cos(\omega t)$ (C).

a) Viết biểu thức năng lượng điện trường trên tụ, năng lượng từ trường trên cuộn dây và năng lượng điện từ của mạch.

b) Chứng minh rằng năng lượng điện trường, từ trường biến thiên điều hoà theo thời gian với tần số góc $\omega' = 2\omega$ hay với chu kì $T' = \frac{T}{2}$.

c) Xác định các thời điểm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường bằng nhau theo chu kì T.

Giải

a) Biểu thức dòng điện trong mạch : $i = -q' = q_0\omega\sin(\omega t) = I_0\sin(\omega t)$.

Năng lượng điện trường tức thời : $W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t)$.

Năng lượng từ trường tức thời : $W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{Q_0^2}{2C}\sin^2(\omega t) = \frac{LI_0^2}{2}\sin^2(\omega t)$.

Năng lượng điện từ của mạch dao động :

$$W = W_C + W_L = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C}\left[\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t)\right].$$

$$= \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}.$$

b) Ta viết lại biểu thức năng lượng điện và năng lượng từ :

$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}\cos^2(\omega t) = \frac{q_0^2}{4C} + \frac{q_0^2}{4C}\cos(2\omega t) = \frac{q_0^2}{4C} + \frac{q_0^2}{4C}\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) \text{ (J) ;}$$

$$W_L = \frac{Li^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}\sin^2(\omega t) = \frac{q_0^2}{4C} - \frac{q_0^2}{4C}\cos(2\omega t) = \frac{q_0^2}{4C} - \frac{q_0^2}{4C}\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) \text{ (J).}$$

Ta thấy năng lượng điện và năng lượng từ biên thiên điều hoà với tần số góc $\omega' = 2\omega$ xung quanh giá trị $\frac{q_0^2}{4C}$, hay với chu kì $T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{T}{2}$.

c) Khi năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường :

$$W_C = \frac{q_0^2}{4C} + \frac{q_0^2}{4C}\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) = \frac{q_0^2}{4C} - \frac{q_0^2}{4C}\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) = W_L.$$

Suy ra : $\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) = 0 \Rightarrow \frac{4\pi t}{T} = \frac{\pi}{2} + k.\pi \Rightarrow t = \frac{(2k+1)T}{8}$, $k \in \mathbb{N}$.

Vậy, các thời điểm năng lượng điện trường và năng lượng từ trường bằng nhau được xác định bởi : $t_k = \frac{(2k+1)T}{8}$, $k \in \mathbb{N}$.

Ví dụ 2. Một mạch dao động điện gồm tụ điện $C = 4\ \mu F$, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 0,9 mH. Điện tích cực đại trên một bản tụ $q_0 = 2.10^{-6}$ C.

a) Xác định tần số góc và năng lượng điện từ của mạch.

b) Xác định điện tích trên một bản tụ khi năng lượng từ trường bằng 3 lần năng lượng điện trường.

Giải

a) Tần số góc : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{9.10^{-4}4.10^{-6}}} = \frac{5.10^4}{3}$ (rad/s).

Năng lượng điện từ của mạch : $W = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{(2.10^{-6})^2}{2.4.10^{-6}} = 5.10^{-5}$ (J).

b) Theo đề bài ta có : $W = W_C + W_L = W_C + 3W_C = 4W_C = 4\frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C}$.

Suy ra : $q = \pm\frac{q_0}{2} = \pm 10^{-6}$ (C).

Ví dụ 3. Cường độ dòng điện trong mạch dao động LC có biểu thức $i = 4\sin(1000t)$ (A). Cuộn dây có hệ số tự cảm L = 5 mH.

a) Hãy tính điện dung của tụ điện.

b) Hãy xác định hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện khi cường độ dòng điện i = 2 A.

Giải

a) Theo bài ra ta có : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{1000^2.5.10^{-3}} = 2.10^{-4}$ (F).

b) Năng lượng điện từ của mạch :

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{Cu^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow \frac{5.10^{-3}.2^2}{2} + \frac{2.10^{-4}u^2}{2} = \frac{5.10^{-3}.4^2}{2} \Rightarrow u = \pm 10\sqrt{3}\ \text{V}.$$

Ví dụ 4. Một mạch dao động điện gồm một cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 0,4\ \mu H$, điện trở thuần $R = 1\ \Omega$, tụ điện có điện dung $C = 1\,nF$. Tính cường độ dòng điện cực đại trong mạch, biết hiệu điện thế cực đại trên tụ là $U_{0C} = 10$ V.

Giải

Năng lượng điện từ của mạch : $W = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$. Suy ra cường độ dòng điện cực đại trong mạch là : $I_0 = \sqrt{\frac{C}{L}}U_0 = \sqrt{\frac{10^{-9}}{0,4.10^{-6}}} = 5.10^{-2}$ (A).

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một mạch dao động gồm tụ điện C, cuộn dây có hệ số tự cảm L = 4 H. Cường độ dòng điện cực đại trong cuộn dây $I_0 = 2.10^{-3}$ A.

a) Năng lượng điện từ của mạch bao nhiêu ?

b) Xác định cường độ dòng điện trong cuộn dây khi năng lượng từ trường bằng $\frac{1}{3}$ lần năng lượng điện trường.

Bài 2. Cho mạch dao động LC. Tụ điện $C = 10^{-6}$F, hệ số tự cảm L = 1 H. Tại thời điểm t = 0 hiệu điện thế giữa hai bản trên tụ $u = 5\sqrt{3}$ V, dòng điện trong mạch i = 5 mA. Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ và dòng điện trong mạch.

Bài 3. Một mạch dao động điện LC, C = 10 μF. Biểu thức hiệu điện thế trên tụ điện C là : $u = 5\sin\left(10^4 t + \frac{\pi}{2}\right)$(V).

a) Hệ số tự cảm của cuộn dây là bao nhiêu ?

b) Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ điện.

Bài 4. Cho mạch dao động LC. Tụ điện $C = 10^{-6}$F, hệ số tự cảm L = 4 H. Tại thời điểm t = 0 dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại $i = I_0 = 10$ mA.

a) Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ điện.

b) Viết biểu thức dòng điện trong cuộn dây.

Bài 5. Một mạch dao động điện LC, C = 1 μF. Biểu thức hiệu điện thế trên tụ điện C là $u = 20\sin(1000t)$ (V).

a) Viết biểu thức điện tích trên một bản tụ điện.

b) Khi hiệu điện thế trên một bản tụ điện u = 10 V. Hãy xác định cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Ta có : $W = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{4.(2.10^{-3})^2}{2} = 8.10^{-6}$ (J).

b) Ta có : $W = W_C + W_L = 3W_L + W_L = 4W_L = 4\frac{Li^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$.

Suy ra : $i = \pm\frac{I_0}{2} = \pm 10^{-3}$ (A).

Bài 2. Theo đề bài, điện tích trên tụ điện có biểu thức : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số góc : $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{1.10^{-6}}} = 1\,000$ (rad/s).

Lúc t = 0, ta có : $\begin{cases} q = q_0\cos\varphi = C.u = 10^{-6}.5\sqrt{3} = 5\sqrt{3}.10^{-6}\ (C) \\ i = -q_0\omega\sin\varphi = -q_0.1000.\sin\varphi = 5.10^{-3}\ (A). \end{cases}$

Suy ra : $$\begin{cases} \tan\varphi = \dfrac{-1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \varphi = \dfrac{-\pi}{6} \\ \varphi = \dfrac{5\pi}{6} \end{array}\right. \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \dfrac{-\pi}{6} \\ q_0 = 10^{-5}\ \text{C}. \end{cases} \\ q_0\cos\varphi = 5\sqrt{3}.10^{-6}\ (C) \end{cases}$$

Biểu thức điện tích trên một bản tụ : $q = 10^{-5}\cos\left(1000t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ (C).

Cường độ dòng điện trong mạch : $i = q' = -10^{-2}\sin\left(1000t - \dfrac{\pi}{6}\right)$ (A).

Bài 3. a) Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \dfrac{1}{\omega^2 C} = \dfrac{1}{(10^4)^2.10.10^{-6}} = 10^{-2}$ (H).

b) Biểu thức điện tích trên một bản tụ :

$$q = Cu = 10.10^{-6}.5\sin\left(10^4 t + \frac{\pi}{2}\right) = 5.10^{-5}\sin\left(10^4 t + \frac{\pi}{2}\right)(C).$$

Bài 4. a) Điện tích trên một bản tụ điện có biểu thức : $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$.

Tần số góc : $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{4.10^{-6}}} = 500$ (rad/s).

Điện tích cực đại trên một bản tụ : $q_0 = \dfrac{I_0}{\omega} = \dfrac{10.10^{-3}}{500} = 2.10^{-5}$ (C).

Lúc t = 0, ta có : $i = -I_0\sin\varphi = I_0 \Rightarrow \sin\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi$.

Biểu thức điện tích trên một bản tụ : $q = 2.10^{-5}\cos(500t)$ (C).

b) Cường độ dòng điện qua cuộn dây :

$$i = q' = -10^{-2}\sin(500t)\ (A).$$

Bài 5. a) Biểu thức điện tích trên một bản tụ :

$$q = Cu = 10^{-6}.20\sin(1000t) = 2.10^{-5}\sin(1000t)\ (C).$$

b) Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \dfrac{1}{\omega^2 C} = \dfrac{1}{1000^2.10^{-6}} = 1$ (H).

Năng lượng điện từ của mạch :

$$W=\frac{Li^2}{2}+\frac{Cu^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}\Rightarrow\frac{1.i^2}{2}+\frac{10^{-6}.10^2}{2}=\frac{10^{-6}.20^2}{2}\Rightarrow i=\pm10^{-2}\sqrt{3}\text{ A}.$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Một mạch dao động điện từ LC, trong đó tụ điện được tích đến hiệu điện thế U_0 giữa tụ điện và cuộn cảm có một khoá K đang mở. Tại thời điểm t = 0, người ta đóng khoá K. Phát biểu nào sau đây là **sai** ?

A. Năng lượng cực đại tích trữ trong cuộn cảm là $\frac{CU_0^2}{2}$.

B. Năng lượng điện tích trữ ở thời điểm $t=\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$ là $\frac{CU_0^2}{4}$.

C. Hiệu điện thế trên tụ điện bằng 0 lần đầu tiên ở thời điểm $t=\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$.

D. Cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại bằng $U_0\sqrt{\frac{L}{C}}$.

2. Sự hình thành dao động điện từ tự do trong mạch dao động là do hiện tượng nào sau đây ?

A. Hiện tượng cảm ứng điện từ. B. Hiện tượng cộng hưởng điện.
C. Hiện tượng tự cảm. D. Hiện tượng từ hóa.

3. Năng lượng điện trường trong tụ điện của mạch dao động điện từ LC biến thiên như thế nào theo thời gian ?

A. Không biến thiên.
B. Điều hoà.
C. Tuần hoàn nhưng không điều hoà.
D. Không tuần hoàn.

4. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về sự tương quan giữa năng lượng điện từ trong mạch dao động và năng lượng cơ ?

A. Năng lượng từ trường là tương ứng với thế năng, năng lượng điện trường là tương ứng với động năng.

B. Năng lượng từ trường là tượng ứng với động năng, năng lượng điện trường là tương ứng với thế năng.

C. Năng lượng của mạch dao động được bảo toàn giống như cơ năng của hệ kín và không có ma sát.

D. Cả B và C đều đúng.

5. Một mạch dao động gồm có cuộn dây L thuần cảm và tụ điện C. Nếu gọi I_0 là dòng điện cực đại trong mạch, thì hiệu điện thế cực đại U_0 giữa hai bản tụ điện liên hệ với I_0 như thế nào ?

A. $U_0 = \sqrt{LC}I_0$. B. $U_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}I_0$. C. $U_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}I_0$. D. $U_0 = \sqrt{\frac{C}{L}}I_0$.

6. Nếu đưa một lõi sắt non vào lòng cuộn cảm thì chu kì dao động của mạch LC sẽ

A. tăng B. giảm

C. không thay đổi. D. có thể tăng, có thể giảm.

7. Trong mạch dao động điện tự do, điện tích của tụ điện

A. biến thiên điều hoà với tần số $f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

B. biến thiên điều hoà với tần số góc $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

C. biến thiên điều hoà với tần số góc $\omega = \sqrt{LC}$.

D. biến thiên điều hoà với chu kì $T = \sqrt{LC}$.

8. Trong mạch dao động LC, hiệu điện thế cực đại trên tụ điện là U_0, cường độ dòng điện cực đại là I_0. Chu kì dao động điện từ T của mạch được xác định theo công thức :

A. $T = 2\pi\frac{CU_0}{I_0}$. B. $T = 2\pi\frac{I_0}{CU_0}$. C. $T = 2\pi\frac{CI_0}{U_0}$. D. $T = \frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$.

9. Khi nói về dao động điện từ trong mạch dao động LC lí tưởng, phát biểu nào sau đây sai ?

A. Cường độ dòng điện qua cuộn cảm và hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện biến thiên điều hòa theo thời gian với cùng tần số.

B. Năng lượng điện từ của mạch gồm năng lượng từ trường và năng lượng điện trường.

C. Điện tích của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch biến thiên điều hòa theo thời gian lệch pha nhau $\frac{\pi}{2}$.

D. Năng lượng từ trường và năng lượng điện trường của mạch luôn cùng tăng hoặc luôn cùng giảm.

10. Để mạch dao động điện từ LC có chu kì dao động giảm một nửa cần phải

A. ghép thêm tụ điện có điện dung C nối tiếp với tụ điện C ban đầu.

B. ghép thêm tụ điện có điện dung C song song với tụ điện C ban đầu.

C. thay tụ điện bằng một tụ khác có điện dung bằng một phần tư điện dung của tụ.

D. ghép thêm một cuộn dây thuần cảm có hệ số tự cảm L song song với cuộn dây ban đầu.

11. Cho mạch dao động điện LC, tụ điện $C = 100\,pF$, hệ số tự cảm $L = 1\,mH$. Lấy $\pi^2 = 10$. Tại thời điểm t = 0 điện tích trên một bản tụ đạt giá trị cực đại $q = q_0 = 10^{-5}\,C$. Biểu thức điện tích trên bản tụ điện đó ở thời điểm t là

A. $q=10^{-5}\cos\left(10^6\pi t+\pi\right)$(C). B. $q=10^{-5}\cos\left(10^6\pi t+\frac{\pi}{2}\right)$(C).

C. $q=10^{-5}\cos\left(10^5\pi t\right)$(C). D. $q=10^{-5}\cos\left(10^6\pi t\right)$(C).

12. Một mạch dao động gồm một tụ điện có điện dung 9 pF và một cuộn cảm có hệ số tự cảm 4 μH. Hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ điện là $U_0 = 10$ V. Cường độ dòng điện cực đại trong mạch có thể nhận giá trị nào trong các giá trị sau đây ?

A. $I_0 = 1{,}5.10^{-3}$ A. B. $I_0 = 15.10^{-3}$ mA.
C. $I_0 = 15$ A. D. $I_0 = 15$ mA.

13. Trong mạch dao động LC có dao động điện từ tự do (dao động riêng) với tần số góc 10^4 rad/s. Điện tích cực đại trên tụ điện là 10^{-9} C. Khi cường độ dòng điện trong mạch bằng 6.10^{-6} A thì điện tích trên tụ điện là

A. 2.10^{-10} C. B. 4.10^{-10} C. C. 8.10^{-10} C. D. 6.10^{-10} C.

14. Biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện tức thời i trong cuộn dây, điện tích trên một bản tụ điện q và điện tích cực đại trên bản tụ đó q_0 là

A. $q_0^2=q^2+\frac{i^2}{\omega^2}$. B. $q_0^2=q^2-\frac{i^2}{\omega^2}$. C. $q_0^2=i^2+\frac{q^2}{\omega^2}$. D. $q_0^2=q^2+\omega^2 i^2$.

15. Biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện tức thời trong cuộn dây, hiệu điện thế trên tụ u và hiệu điện thế cực đại U_0 là

A. $U_0^2=u^2-\frac{Li^2}{C}$. B. $U_0^2=u^2+\frac{Ci^2}{L}$.

C. $U_0^2=u^2+\frac{Li^2}{C}$. D. $U_0^2=u^2+\frac{i^2}{LC}$.

16. Trong mạch dao động LC, một nửa năng lượng điện trường cực đại chuyển thành năng lượng từ trong cuộn dây trong thời gian 2 μs. Chu kì dao động điện từ của mạch là

A. 0,125 μs. B. 8 μs. C. 16 μs. D. 0,5 μs.

ĐÁP ÁN

1B	2C	3B	4D	5B	6B	7B	8A	9D	10C
11D	12D	13D	14A	15C	16C				

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn B. Biểu thức điện tích trên một bản tụ điện $q=Q_0\cos(\omega t)$(C).

Khi $t=\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}=\frac{T}{4}$ thì $q=0$ nên năng lượng điện trường $W_C=0$.

2. Chọn C. Sự hình thành dao động điện từ tự do trong mạch dao động là do hiện tượng tự cảm.

3. Chọn B. Năng lượng điện biến thiên điều hoà.

4. Chọn D. Các kết luận B và C đúng.

5. Chọn B. Vì dao động điện từ trong mạch không tắt dần nên khi hiệu điện thế giữa hai bản tụ đạt cực đại cũng là lúc dòng điện trong mạch bằng không và ngược lại. Năng lượng điện trường cực đại bằng năng lượng từ trường cực đại, nghĩa là : $W=\frac{LI_0^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}$. Từ đó, suy ra : $U_0=\sqrt{\frac{L}{C}}I_0$.

6. Chọn B. Khi cho lõi sắt non vào cuộn dây làm tăng hệ số tự cảm của cuộn dây. Do đó, tần số góc $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ giảm.

7. Chọn B. Trong mạch dao động điện $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}$.

8. Chọn A. Tần số góc $\omega=\frac{I_0}{CU_0}\Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\frac{CU_0}{I_0}$.

9. Chọn D. Năng lượng điện từ trong mạch dao động LC là bảo toàn, do đó năng lượng điện trường và năng lượng từ trường không thể cùng tăng hoặc cùng giảm.

10. Chọn C. Khi $C'=\frac{C}{4}$, $T'=\frac{2\pi}{\omega'}=2\pi\sqrt{LC'}=\pi\sqrt{LC}=\frac{T}{2}$.

11. Chọn D. Tần số góc : $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{1}{\sqrt{1.10^{-3}100.10^{-12}}}=10^6\pi$ (rad/s).

Lúc t = 0, ta có : $q=q_0\cos\varphi=q_0=10^{-5}\,C\Rightarrow\varphi=0$.

12. Chọn D. Ta có : $W=\frac{LI_0^2}{2}=\frac{CU_0^2}{2}\Rightarrow I_0=\sqrt{\frac{9.10^{-12}}{4.10^{-6}}}10=15.10^{-3}$ (A).

13. Chọn C. Giả sử biểu thức điện tích $q=q_0\sin\omega t$, thì biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là $i=q'=\omega q_0\cos\omega t$. Từ đó, suy ra :

$$\cos^2\omega t+\sin^2\omega t=\left(\frac{i}{\omega q_0}\right)^2+\left(\frac{q}{q_0}\right)^2=1 \text{ hay } q_0^2=q^2+\frac{i^2}{\omega^2}.$$

Do đo, khi $i=6.10^{-6}$ A thì điện tích trên tụ là :

$$q=\sqrt{q_0^2-\frac{i^2}{\omega^2}}=\sqrt{(10^{-9})^2-\left(\frac{6.10^{-6}}{10^4}\right)^2}=8.10^{-10}\,(C).$$

14. Chọn A. Năng lượng điện từ của mạch :

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C} \Rightarrow q_0^2 = q^2 + LCi^2 = q^2 + \frac{i^2}{\omega^2}.$$

15. Chọn C. Ta có : $W = \frac{Li^2}{2} + \frac{Cu^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} \Rightarrow U_0^2 = u^2 + \frac{Li^2}{C}.$

16. Chọn C. Khi một nửa năng lượng từ trường cực đại chuyển thành năng lượng điện trường, thì ta có : $\Delta t = \frac{T}{8} \Rightarrow T = 8.\Delta t = 16\,(\mu s).$

Chủ đề 2

SÓNG ĐIỆN TỪ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên

Khi một từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy, là điện trường có các đường sức bao quanh các đường sức của từ trường. Ngược lại, khi một điện trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một từ trường xoáy, là từ trường có các đường sức từ bao quanh các đường sức điện trường.

2. Điện từ trường.

- Phát minh của Mắc-xoen dẫn đến kết luận là : Không thể có điện trường hoặc từ trường tồn tại riêng biệt, độc lập với nhau.
- Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là *điện từ trường*. Điện từ trường lan truyền được trong không gian.

3. Sóng điện từ

- Điện từ trường do một điện tích điểm dao động sẽ lan truyền trong không gian dưới dạng sóng. Sóng đó được gọi là *sóng điện từ*. Ta nói điện tích dao động đã bức xạ ra sóng điện từ.
- Tần số sóng điện từ bằng tần số f của điện tích dao động và tốc độ của nó trong chân không bằng tốc độ ánh sáng trong chân không c, có giá tị khoảng $c \approx 300\,000$ km/s $= 3.10^8$ m/s.
- Năng lượng sóng điện từ tỉ lệ với lũy thừa bậc bốn của tần số.
- Sóng điện từ có những tính chất giống như một sóng cơ học thông thường (trong quá trình lan truyền, nó mang năng lượng ; tuân theo các quy luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ ; tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ).

Ngoài ra, sóng điện từ còn truyền được cả trong chân không.

- Sóng điện từ được đặc trưng bởi tần số hoặc bước sóng, giữa chúng có hệ thức :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega}.$$

Nếu sóng điện từ do mạch LC phát ra thì bước sóng :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\sqrt{LC}.$$

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Phương pháp giải

1. *Nếu sóng điện từ do mạch LC phát ra hoặc thu sóng thì bước sóng :*

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\sqrt{LC}.$$

2. *Mạch chọn sóng hoặc thu sóng LC mà bộ tụ điện C gồm hai tụ C_1 và C_2 :*
   - *Nếu C_1 song song C_2 thì $C = C_1 + C_2$.*
   - *Nếu C_1 nối tiếp C_2 thì $C = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$.*
3. *Nếu mạch chọn sóng hoặc thu sóng LC mà cuộn dây L gồm hai cuộn L_1 và L_2 mắc nối tiếp thì $L = L_1 + L_2$.*
4. *Chú ý rằng để thu được sóng điện từ có tần số (bước sóng) xác định thì ta phải điều chỉnh các thông số (L, C, hoặc cả L và C) sao cho tần số dao động riêng của mạch bằng tần số của sóng cần thu. Khi đó, có hiện tượng cộng hưởng. Người ta nói rằng máy thu đã thực hiện sự chọn sóng.*

Ví dụ 1. Một mạch dao động điện LC dùng để chọn sóng của máy thu thanh gồm cuộn dây có hệ số tự cảm $L = 10^{-4}$ H và tụ điện C.

a) Mạch bắt được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 300$ m. Hãy tính điện dung của tụ điện.

b) Biết máy có thể bắt được sóng có bước sóng từ 100 m đến 1 000 m thì điện dung của tụ biến thiên trong phạm vi nào ?

Giải

a) Bước sóng điện từ mạch dao động bắt được là : $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\sqrt{LC}$.

Suy ra điện dung của tụ điện là :

$$C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2c^2L} = \frac{300^2}{4\pi^2(3.10^8)^2.10^{-4}} = \frac{10^{-9}}{4}\text{ (F)}.$$

b) Theo bài ra ta có : $\frac{\lambda_{min}^2}{4\pi^2c^2L} \le C \le \frac{\lambda_{max}^2}{4\pi^2c^2L}$.

Hay $\frac{10^{-9}}{36}\,(F) = \frac{100^2}{4\pi^2(3.10^8)^2.10^{-4}} \le C \le \frac{1000^2}{4\pi^2(3.10^8)^2.10^{-4}} = \frac{10^{-7}}{36}\,(F)$.

Ví dụ 2. Mạch chọn sóng LC_1 bắt được sóng 3 MHz, mạch chọn sóng LC_2 bắt được sóng 4 MHz. Hỏi mạch chọn sóng LC bắt được sóng có tần số bằng bao nhiêu ? Nếu :

a) Tụ C gồm C_1 song song C_2 ($C_1 // C_2$).

b) Tụ C gồm C_1 nối tiếp C_2 (C_1 nt C_2).

Giải

a) Đối với mạch chọn sóng LC_1 : $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow LC_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$.

Đối với mạch chọn sóng LC_2 : $f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow LC_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$.

Đối với mạch LC mà C gồm $C_1 // C_2$:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 L(C_1 + C_2)}}.$$

Hay $f = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}}} = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = \frac{3.4}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 2,4\,(MHz)$.

b) Mạch LC mà C gồm C_1 nt C_2 :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 L\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 LC_1} + \frac{1}{4\pi^2 LC_2}} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

Tần số của mạch chọn sóng : $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\,(MHz)$.

Ví dụ 3. Mạch chọn sóng L_1C bắt được sóng 60 MHz, mạch chọn sóng L_2C bắt được sóng 80 MHz. Hỏi mạch chọn sóng LC bắt được sóng có tần số bằng bao nhiêu ? Biết cuộn cảm L gồm cuộn cảm L_1 mắc nối tiếp với cuộn cảm L_2.

Giải

Đối với mạch chọn sóng L_1C : $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}} \Rightarrow L_1C = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2}$.

Đối với mạch chọn sóng L_2C : $f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}} \Rightarrow L_2C = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2}$.

Đối với mạch LC mà L gồm L_1 nt L_2 :

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C(L_1 + L_2)}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 C(L_1 + L_2)}}$$

Hay $f = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2}}} = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = \frac{60.80}{\sqrt{60^2 + 80^2}} = 48\ (\text{MHz})$.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một mạch dao động điện LC dùng để chọn sóng của máy thu thanh gồm cuộn dây có hệ số tự cảm và tụ điện $C = 10^{-9}$ F. Lấy $\pi^2 = 10$.

a) Mạch bắt được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 600$ m. Điện dung của tụ điện là bao nhiêu ?

b) Biết máy có thể bắt được sóng có bước sóng từ 100 m đến 1 000 m thì hệ số tự cảm của cuộn dây biến thiên trong phạm vi nào ?

Bài 2. Mạch chọn sóng LC_1 bắt được sóng 18 MHz, mạch chọn sóng LC_2 bắt được sóng 24 MHz. Hỏi mạch chọn sóng LC bắt được sóng có tần số bằng bao nhiêu trong hai trường hợp :

a) Tụ C gồm $C_1 \,//\, C_2$.

b) Tụ C gồm C_1 nt C_2.

Bài 3. Trong mạch dao động điện từ của một máy thu vô tuyến điện, tụ điện biến thiên có thể thay đổi điện dung từ 50 pF đến 600 pF. Muốn cho máy bắt được các sóng từ 31 m đến 2 500 m, bộ cuộn cảm trong mạch phải có độ tự cảm trong khoảng nào ?

Bài 4. Mạch dao động của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,76$ mH và một tụ điện có điện dung C = 10 pF. Để bắt được dải sóng có bước sóng từ 10 m đến 50 m người ta dùng một tụ điện biến đổi C' ghép với tụ đã cho. Tụ điện mới ghép thế nào với tụ điện C và có giá trị điện dung biến đổi trong khoảng nào ?

Bài 5. Sóng FM của đài tiếng nói Việt Nam là 100 MHz. Bước sóng λ của sóng này là bao nhiêu ?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Áp dụng công thức : $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2\pi c}{\omega} = 2\pi c\sqrt{LC}$.

Điện dung của tụ điện : $L = \frac{\lambda^2}{4\pi^2c^2C} = \frac{600^2}{4.\pi^2\left(3.10^8\right)^2.10^{-9}} = 10^{-4}$ (H).

b) Theo bài ra ta có : $\frac{\lambda_{min}^2}{4\pi^2c^2C} \le L \le \frac{\lambda_{max}^2}{4\pi^2c^2C}$.

Hay $\frac{10^{-4}}{36}$ (H) $= \frac{100^2}{4.\pi^2(3.10^8)^2.10^{-9}} \le L \le \frac{1000^2}{4.\pi^2(3.10^8)^2.10^{-9}} = \frac{10^{-2}}{36}$ (H).

Bài 2. a) Đối với mạch chọn sóng LC_1 : $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow LC_1 = \frac{1}{4\pi^2f_1^2}$.

Đối với mạch chọn sóng LC_2 : $f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \Rightarrow LC_2 = \frac{1}{4\pi^2f_2^2}$.

Đối với mạch LC mà C gồm $C_1 // C_2$:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{f_1f_2}{\sqrt{f_1^2+f_2^2}} = \frac{18.24}{\sqrt{18^2+24^2}} = 14,4\,(\text{MHz}).$$

b) Mạch LC mà C gồm C_1 nt C_2 :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}} = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2LC_1} + \frac{1}{4\pi^2LC_2}} = \sqrt{f_1^2+f_2^2}.$$

Tần số của mạch chọn sóng : $f = \sqrt{f_1^2+f_2^2} = \sqrt{18^2+24^2} = 30$ (MHz).

Bài 3. Ta có : $2\pi c\sqrt{L_{min}C_{min}} = \lambda_{min} \le \lambda \le \lambda_{max} = 2\pi c\sqrt{L_{max}C_{max}}$

$$L_{max} = \frac{\lambda_{max}^2}{4\pi^2c^2C_{max}} = \frac{2500^2}{4.10.\left(3.10^8\right)^2 600.10^{-12}} = 2,89.10^{-3}\,(\text{H}).$$

$$L_{min} = \frac{\lambda_{min}^2}{4\pi^2c^2C_{min}} = \frac{31^2}{4.10.\left(3.10^8\right)^2 50.10^{-12}} = 5,33.10^{-6}\,(\text{H}).$$

Vậy $5,33\,\mu H \le L \le 2,89$ mH.

Bài 4. Nếu mạch gồm LC thì bước sóng máy bắt được là :

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 2\pi.3.10^8\sqrt{1,76.10^{-3}.10.10^{-12}} = 248,6\,(\text{m}).$$

Do đó, để bắt được sóng từ 10 m đến 50 m thì điện dung của tụ phải nhỏ hơn C. Do vậy, ta phải mắc nối tiếp tụ C' với C.

Khi đó : $\lambda = 2\pi c\sqrt{\frac{LCC'}{C+C'}} \Rightarrow \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} = \frac{4\pi^2c^2L}{\lambda^2}$.

Hay $\frac{4\pi^2c^2L}{\lambda_{max}^2} - \frac{1}{C} \le \frac{1}{C'} = \frac{4\pi^2c^2L}{\lambda^2} - \frac{1}{C} \le \frac{4\pi^2c^2L}{\lambda_{min}^2} - \frac{1}{C}$.

$$\frac{4\pi^2(3.10^8)^2 1,76.10^{-3}}{50^2}-\frac{1}{10.10^{-12}}\le\frac{1}{C'}\le\frac{4\pi^2(3.10^8)^2 1,76.10^{-3}}{10^2}-\frac{1}{10.10^{-12}}.$$

Bài 5. Bước sóng : $\lambda=\frac{c}{f}=\frac{3.10^8}{100.10^6}=3\,(m)$.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Cho một dòng điện xoay chiều chạy qua một dây dẫn thẳng kim loại, xung quanh sợi dây sẽ tồn tại

A. điện trường tĩnh. B. điện từ trường.

C. từ trường. D. điện trường và từ trường tĩnh.

2. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về điện từ trường ?

A. Khi một điện trường biến thiên theo thời gian nó sinh ra một từ trường xoáy.

B. Từ trường xoáy là từ trường mà các đường cảm ứng từ bao quanh các đường sức điện trường.

C. Điện trường xoáy là điện trường mà các đường sức là những đường cong khép kín.

D. Khi một từ trường biến thiên theo thời gian, nó sinh ra một điện trường xoáy.

3. Điều nào sau đây là đúng khi nói về mối liên hệ giữa điện trường và từ trường ?

A. Khi từ trường biến thiên làm xuất hiện điện trường biến thiên và ngược lại điện trường biến thiên làm xuất hiện từ trường biến thiên.

B. Điện trường biến thiên đều thì từ trường biến thiên cũng đều.

C. Từ trường biến thiên càng nhanh làm điện trường sinh ra có tần số càng lớn.

D. Cả A, B và C đều đúng.

4. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về sóng vô tuyến ?

A. Sóng trung có tần số trong khoảng 3 ÷ 300 kHz.

B. Sóng dài để liên lạc dưới nước.

C. Sóng cực ngắn được dùng trong lĩnh vực vô tuyến truyền hình.

D. Sóng ngắn có tần số trong khoảng 3 ÷ 30 MHz.

5. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về điện từ trường ?

A. Không thể có điện trường hoặc từ trường tồn tại riêng biệt, độc lập với nhau.

B. Điện trường và từ trường là hai mặt thể hiện khác nhau của một loại trường duy nhất gọi là điện từ trường.

C. Điện từ trường lan truyền được trong không gian.

D. Cả A, B và C đều chính xác.

6. Sóng điện từ là quá trình lan truyền trong không gian của một điện trường biến thiên. Kết luận nào sau đây là đúng khi nói về tương quan giữa vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của điện từ trường đó ?

A. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn có cùng tần số.

B. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ biến thiên tuần hoàn lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{2}$.

C. $\vec{E}$ và $\vec{B}$ có cùng phương.

D. Cả A, B và C đều đúng.

7. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sóng điện từ ?
A. Điện từ trường do một điện tích điểm dao động theo phương thẳng đứng sẽ lan truyền trong không gian dưới dạng sóng.
B. Điện tích dao động không thể bức xạ ra sóng điện từ.
C. Vận tốc của sóng điện từ trong chân không nhỏ hơn nhiều lần so với vận tốc ánh sáng trong chân không.
D. Tần số sóng điện từ chỉ bằng một nửa tần số f của điện tích dao động.

8. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về sự thông tin bằng vô tuyến ?
A. Những dao động điện từ có tần số từ 100 Hz trở xuống, sóng điện từ của chúng không thể truyền đi xa.
B. Sóng điện từ có tần số hàng ngàn Hz trở lên mới gọi là sóng vô tuyến.
C. Sóng điện từ có tần số càng lớn thì bước sóng càng nhỏ.
D. Cả A, B và C đều đúng.

9. Cho các mạch sau đây : I. Mạch dao động kín ; II. Mạch dao động hở ; III. Mạch điện xoay chiều R, L và C nối tiếp.
Trong các mạch nêu trên, mạch nào không thể phát được sóng điện từ truyền đi xa trong không gian ?
A. I và II. B. II và III. C. I và III. D. I, II và III.

10. Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về các loại sóng vô tuyến ?
A. Sóng dài chủ yếu được dùng để thông tin dưới nước.
B. Sóng trung có thể truyền đi rất xa vào ban ngày.
C. Sóng ngắn có năng lượng nhỏ hơn sóng dài và sóng trung.
D. Cả A, B và C đều đúng.

11. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về việc sử dụng các loại sóng vô tuyến ?
A. Sóng dài có năng lượng thấp và ít bị nước hấp thụ.
B. Sóng trung và sóng ngắn phản xạ được trên tầng điện li vào ban đêm.
C. Sóng cực ngắn không bị phản xạ hoặc hấp thụ trên tầng điện li.
D. Cả A, B và C đều đúng.

12. Điều nào sau đây là đúng khi nói về tính chất của sóng điện từ ?
A. Tuân theo các quy luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ,...
B. Trong quá trình lan truyền, nó mang theo năng lượng.
C. Tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.
D. Cả A, B và C đều đúng.

13. Điều nào sau đây là đúng khi nói về sự phát và thu sóng điện từ ?
A. Anten của máy phát chỉ phát theo một tần số nhất định.
B. Anten của máy thu có thể thu sóng có mọi tần số khác nhau.
C. Nếu tần số của mạch dao động trong máy thu được điều chỉnh sao cho có giá

trị bằng f, thì máy thu sẽ bắt được sóng có tần số đúng bằng f.

D. Cả A, B và C đều đúng.

14. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về nguyên tắc thu sóng điện từ ?

A. Áp dụng hiện tượng cộng hưởng trong mạch dao động của máy thu để thu sóng điện từ.

B. Để thu sóng điện từ ta dùng mạch dao động LC.

C. Để thu sóng điện từ ta dùng mạch dao động LC kết hợp với một anten. Sóng cần thu được chọn lọc từ mạch dao động.

D. Cả A, B và C đều sai.

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu hỏi 15 và 16.***

Mạch chọn sóng LC_1 bắt được sóng λ_1, mạch chọn sóng LC_2 bắt được sóng λ_2. Hỏi mạch chọn sóng LC bắt được sóng có tần số bằng bao nhiêu ?

15. Khi tụ C gồm $C_1 // C_2$ thì bước sóng :

A. $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$. B. $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}$. C. $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$. D. $\lambda = \dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}$.

16. Khi tụ C gồm C_1 nt C_2 thì bước sóng :

A. $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$. B. $\lambda = \dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}$. C. $\lambda = \dfrac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$. D. $\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}$.

ĐÁP ÁN

1B	2B	3A	4B	5D	6A	7A	8D	9C	10A
11A	12D	13D	14C	15A	16B				

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn B. Xung quanh dây dẫn có dòng điện xoay chiều chạy qua sẽ xuất hiện điện từ trường.

3. Chọn A. Khi từ trường biến thiên làm xuất hiện điện trường biến thiên và ngược lại điện trường biến thiên làm xuất hiện từ trường biến thiên.

7. Chọn A. Vì điện từ trường do một điện tích điểm dao động theo phương thẳng đứng sẽ lan truyền trong không gian dưới dạng sóng. Sóng đó được gọi là sóng điện từ. Ta nói điện tích dao động đã bức xạ ra sóng điện từ. Tần số sóng điện từ bằng tần số f của điện tích dao động, vận tốc lan truyền của sóng điện từ này trong chân không bằng vận tốc ánh sáng trong chân không, c = 300 000 km/s.

9. Chọn C. Mạch dao động kín và mạch điện xoay chiều gồm R, L và C nối tiếp không thể phát ra sóng điện từ có thể truyền đi xa.

10. Chọn A. Sóng trung không thể truyền đi xa vào ban ngày vì nó bị tầng điện li hấp thụ mạnh. Sóng ngắn có năng lượng lớn hơn sóng dài và sóng trung.

11. Chọn A. Tương tự câu 10.

15. Chọn A. Mạch LC_1 : $\lambda_1 = \frac{c}{f_1} = \frac{2\pi c}{\omega_1} = 2\pi c\sqrt{LC_1} \Rightarrow LC_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2c^2}$.

Mạch LC_2 : $\lambda_2 = 2\pi c\sqrt{LC_2} \Rightarrow LC_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2c^2}$.

Mạch LC : $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = \sqrt{4\pi^2c^2L(C_1 + C_2)} = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$.

16. Chọn B. Mạch LC :

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = \sqrt{4\pi^2c^2L\left(\frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\right)} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{4\pi^2c^2LC_1} + \frac{1}{4\pi^2c^2LC_2}}}.$$

Hay $\lambda = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}}} = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}}$.

Chương 5.

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Chủ đề 1
DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU. MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Điện áp xoay chiều

Một khung dây kim loại diện tích S gồm N vòng dây quay đều quanh trục đối xứng x'x của nó trong một từ trường đều $\vec{B}$ có phương vuông góc với trục x'x. Tốc độ góc của khung quay là ω. Lúc t = 0, vectơ pháp tuyến của khung quay $\vec{n}$ hợp với $\vec{B}$ một góc $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$. Đến thời điểm t thì từ thông gửi qua khung dây : $\Phi = NBS\cos(\omega t + \alpha)$.

• ***Suất điện động cảm ứng :***

Do từ thông gửi qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian nên trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng :

$$e = -\Phi' = \omega NBS\sin(\omega t + \alpha) = E_0\sin(\omega t + \alpha),$$

trong đó $E_0 = \omega NBS$ là *biên độ suất điện động* (suất điện động cực đại).

• Nếu nối hai điểm A, B của khung dây với mạch ngoài thì trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện. Cũng như suất điện động, điện áp ở mạch ngoài cũng biến thiên điều hoà với tần số góc ω :

$$u = U_0\sin(\omega t + \alpha),$$

trong đó U_0 là *biên độ điện áp* (điện áp cực đại).

2. Dòng điện xoay chiều

• Khi mạch điện bên ngoài kín thì trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện biến thiên điều hoà theo thời gian với tần số là ω gọi là *dòng điện xoay chiều*.

• Trong trường hợp tổng quát, biểu thức của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện qua nó có dạng :

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_u)$$
$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i)$$

trong đó, i là cường độ dòng điện tức thời, I_0 là biên độ dòng điện.

- Đại lượng $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ gọi là độ lệch pha của u so với i.
  - Nếu $\varphi > 0$ thì u sớm pha so với i.
  - Nếu $\varphi < 0$ thì u trễ pha so với i.
  - Nếu $\varphi = 0$ thì u cùng pha so với i.

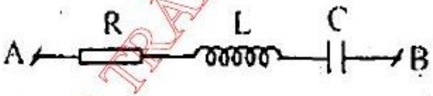
3. Các giá trị hiệu dụng

Điện áp hiệu dụng, suất điện động hiệu dụng và cường độ dòng điện hiệu dụng của dòng điện xoay chiều lần lượt là :

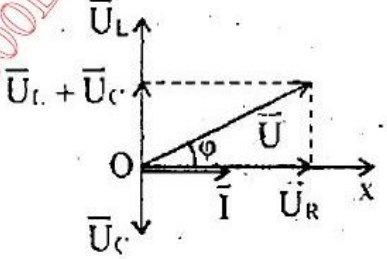
$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}};\ E = \frac{E_0}{\sqrt{2}};\ I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}.$$

- ***Chú ý :*** *Muốn đo được cường độ dòng điện hiệu dụng và điện áp hiệu dụng, người ta dùng ampe kế và vôn kế nhiệt.*

4. Mạch điện RLC gồm R, L, C mắc nối tiếp



- Biểu thức điện áp : $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$.
- Giản đồ vectơ như hình vẽ bên.
- Dòng điện qua mạch lệch pha với điện áp hai đầu đoạn mạch một góc φ, xác định bởi :



$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

trong đó $Z_L = \omega L$, $Z_C = \dfrac{1}{\omega C}$ lần lượt gọi là *cảm kháng* của cuộn dây và *dung kháng* của tụ điện ;

$U_R = IR$, $U_C = IZ_C$, $U_L = IZ_L$ lần lượt là điện áp hiệu dụng hai đầu các phần tử R, C và L.

+ Nếu $Z_L > Z_C$ thì $\varphi > 0$, điện áp sớm pha hơn dòng điện một góc φ.

+ Nếu $Z_L = Z_C$ thì $\varphi = 0$, điện áp cùng pha với dòng điện.

+ Nếu $Z_L < Z_C$ thì $\varphi < 0$, điện áp trễ pha hơn dòng điện một góc $|\varphi|$.

- Biểu thức cường độ dòng điện : $i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i) = I_0 \sin(\omega t + \varphi_u - \varphi)$.
- Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.
- Định luật Ôm : $I_0 = \dfrac{U_0}{Z}$ hay $I = \dfrac{U}{Z}$.
- Công suất tiêu thụ của mạch : $\mathscr{P} = UI\cos\varphi = IU_R = I^2R = \dfrac{U^2R}{Z^2}$,

với $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$ gọi là *hệ số công suất.*

• Khi $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ thì $Z_{min} = R$, nên cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại : $I_{max} = \dfrac{U}{Z_{min}} = \dfrac{U}{R}$. Lúc này, công suất của mạch đạt giá trị cực đại :

$$\mathcal{P}_{max} = I_{max}^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

• ***Chú ý :*** Trong mạch RLC, khi thiếu phần tử nào (R, L, C) thì trong sơ đồ, các công thức và giản đồ vectơ ta cũng bỏ đi những phần tử, thành phần tương ứng đó. Ta có thể suy ra :

- Mạch điện chỉ có R thì u cùng pha với i.
- Mạch điện chỉ có C thì u trễ pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i.
- Mạch điện chỉ có L thì u sớm pha $\dfrac{\pi}{2}$ so với i.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. VIẾT BIỂU THỨC CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VÀ BIỂU THỨC ĐIỆN ÁP

Phương pháp giải

- *Biểu thức điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch :* $u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_u)$.
- *Dòng điện qua mạch lệch pha với điện áp hai đầu đoạn mạch một góc có :*

$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}.$$

- *Tổng trở của mạch* RLC : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$.
- *Định luật Ôm :* $I_0 = \dfrac{U_0}{Z}$ hay $I = \dfrac{U}{Z}$.
- *Biểu thức cường độ dòng điện :* $i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i)$ *với* $\varphi_i = \varphi_u - \varphi$.

Ví dụ 1. Đặt vào hai đầu đoạn mạch chứa tụ điện $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}$ F một điện áp xoay chiều $u = U_0 \sin(\omega t)$ thì dòng điện tức thời trong đoạn mạch là i. Tại các thời điểm t_1, t_2 thì giá trị tức thời của điện áp, cường độ dòng điện tương ứng là $u_1 = 100\sqrt{2}$ V, $i_1 = \sqrt{2}$ A và $u_2 = 100\sqrt{3}$ V, $i_1 = -1$ A. Hãy viết biểu thức cường độ dòng điện.

Giải

Ta có : $i = I_0\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0\cos\omega t \Rightarrow \frac{i}{I_0} = \cos\omega t.$

Từ đó, suy ra : $\left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = \sin^2\omega t + \cos^2\omega t = 1.$

Tại các thời điểm t_1, t_2 ta có : $\begin{cases}\left(\frac{100\sqrt{2}}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{I_0}\right)^2 = 1\\ \left(\frac{100\sqrt{3}}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{-1}{I_0}\right)^2 = 1\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}U_0 = 200\text{ V}\\ I_0 = 2\text{ A}.\end{cases}$

Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{200}{2} = 100\ (\Omega).$

Tần số góc của dòng điện : $\omega = \frac{1}{Z_C C} = \frac{1}{100.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\pi$ (rad/s).

Biểu thức cường độ dòng điện là : $i = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A).

Ví dụ 2. Cho đoạn mạch RL, $R = 100\sqrt{3}\ \Omega$, $L = \frac{1}{\pi}$ H. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V).

a) Viết biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.

b) Viết biểu thức điện áp u_L, u_R.

Giải

a) Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\ (\Omega).$

Điện áp hai đầu đoạn mạch sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc có : $\tan\varphi = \frac{Z_L}{R} = \frac{100}{100\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}.$

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2 + 100^2} = 200\ (\Omega).$

Cường độ dòng điện hiệu dụng là : $I = \frac{U}{Z} = \frac{200}{200} = 1$ (A).

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch :

$$i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6}\right) = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{ (A)}.$$

b) Điện áp hiệu dụng : $U_L = I.Z_L = 1.100 = 100\ (V)$;

$$U_R = I.R = 1.100\sqrt{3} = 100\sqrt{3}\ (V).$$

Điện áp trên cuộn dây sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$, do đó : $u_L = 100\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3}\right)(V).$

Điện áp trên điện trở R cùng pha với dòng điện : $u_R = 100\sqrt{6}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{6})(V).$

Ví dụ 3. Cho đoạn mạch RC, $R = 100\sqrt{3}\ \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = 200\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(V)$.

a) Viết biểu thức cường độ dòng điện i, biểu thức điện áp u_C, u_R.

b) Viết biểu thức điện tích trên bản tụ điện C.

Giải

a) Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\ (\Omega).$

Điện áp hai đầu đoạn mạch trễ pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc có được xác định bởi :

$$\tan\varphi = \frac{-Z_C}{R} = \frac{-100}{100\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6}.$$

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{3.100^2 + 100^2} = 200\ (\Omega).$

Cường độ dòng điện hiệu dụng là : $I = \frac{U}{Z} = \frac{100\sqrt{2}}{200} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ (A).$

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch :

$$i = \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6}\right) = \sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(A).$$

Điện áp hiệu dụng : $U_C = I.Z_C = \frac{1}{\sqrt{2}}.100 = 50\sqrt{2}\ (V).$

$$U_R = I.R = \frac{1}{\sqrt{2}}.100\sqrt{3} = 100\sqrt{\frac{3}{2}}\ (V).$$

Điện áp trên tụ điện trễ pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$, do đó : $u_C = 100\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(V).$

Điện áp trên điện trở R cùng pha với dòng điện :

$$u_R = 100\sqrt{3}\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(V).$$

b) Biểu thức điện tích trên bản tụ điện :

$$q = C.u_C = \frac{10^{-2}}{\pi}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(C).$$

Dạng 2. SỬ DỤNG ĐỊNH LUẬT ÔM CHO CÁC LOẠI ĐOẠN MẠCH KHÔNG PHÂN NHÁNH

Phương pháp giải

Xem kĩ mục 4, phần Trọng tâm kiến thức.

- *Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch :* $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$.

- *Tổng trở của mạch* RLC *:* $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

- *Định luật Ôm :* $I = \frac{U}{Z}$ *hay* $I_0 = \frac{U_0}{Z}$.

Ví dụ 1. Cho mạch điện gồm cuộn dây mắc nối tiếp với điện trở R. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 150\sqrt{2}$ V, tần số $f = 50$ Hz. Khi đó, điện áp hai đầu cuộn dây là $U_d = \sqrt{10}50$ V, điện áp hai đầu điện trở là $U_R = 100$ V.

a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở thuần R_0.

b) Xác định hệ số công suất.

c) Biết công suất tiêu thụ của mạch $\mathscr{P} = 300$ W. Tính R_0, R, L.

Giải

a) Giả sử cuộn dây không có điện trở thuần R_0. Khi đó, ta có :

$$U = \sqrt{U_d^2 + U_R^2} = \sqrt{100^2 + 100^2} \neq 150\sqrt{2}\,(V).$$

Do vậy, điều giả sử là sai. Cuộn dây có điện trở thuần R_0.

b) Theo bài ra ta có : $U_R = 100$ V ; (1)

$$U_d^2 = U_{R_0}^2 + U_L^2 = 10.50^2 ; \quad (2)$$

$$U^2 = (U_R + U_{R_0})^2 + U_L^2 = U_R^2 + 2U_RU_{R_0} + U_{R_0}^2 + U_L^2 = 2.150^2. \quad (3)$$

Thay (1), (2) vào (3) ta được : $U_{R_0} = 50$ V và thay vào (2) ta thu được :

$$U_L = \sqrt{10.50^2 - 50^2} = 150\,(V).$$

Hệ số công suất của mạch : $\cos\varphi = \frac{U_R + U_{R_0}}{U} = \frac{100 + 50}{150\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

c) Công suất của mạch : $\mathscr{P} = UI\cos\varphi = 150\sqrt{2}I.\frac{1}{\sqrt{2}} = 300 \Rightarrow I = 2$ A.

Điện trở : $R_0 = \dfrac{U_{R_0}}{I} = \dfrac{50}{2} = 25\,(\Omega)$; $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{100}{2} = 50\,(\Omega)$;

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{150}{2} = 75\,(\Omega) \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{75}{100\pi} = \frac{0,75}{\pi}\,(\mathrm{H}).$$

Ví dụ 2. Cho mạch điện RC, đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)(\mathrm{V})$. Dòng điện trong mạch có biểu thức $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)(\mathrm{A})$. Hãy xác định các giá trị R, C.

Giải

Điện áp trễ pha hơn dòng điện một góc $\varphi = \dfrac{\pi}{2} - \dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\pi}{3}$, nên ta có :

$$\tan\frac{\pi}{3} = \sqrt{3} = \frac{Z_C}{R} \Rightarrow Z_C = \sqrt{3}R.$$

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{R^2 + 3R^2} = 2R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{200}{1} = 200\,(\Omega)$.

Hay $R = 100\,\Omega \Rightarrow Z_C = 100\sqrt{3} \Rightarrow C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{1}{100\pi.100\sqrt{3}} = \dfrac{10^{-4}}{\pi\sqrt{3}}\,(\mathrm{F})$.

Ví dụ 3. Cho đoạn mạch RLC. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 60\sqrt{2}\sin(100\pi t)(\mathrm{V})$. Điện áp $U_{RL} = 80\,\mathrm{V}$, $U_C = 28\,\mathrm{V}$, công suất của mạch $\mathscr{P} = 24\,\mathrm{W}$. Tính R, L, C.

Giải

Theo bài ra ta có : $U_C = 28\,\mathrm{V}$; (1)

$$U_{RL}^2 = U_R^2 + U_L^2 = 80^2 \quad (2)$$

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + U_L^2 - 2U_LU_C + U_C^2 = 60^2. \quad (3)$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta có :

$$80^2 - 2.28.U_L + 28^2 = 60^2 \Rightarrow U_L = 64\,\mathrm{V}.$$

Thay vào (2) ta được : $U_R = \sqrt{80^2 - 64^2} = 48\,(\mathrm{V})$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng : $\mathscr{P} = I.U_R = I.48 = 24\,(\mathrm{W}) \Rightarrow I = 0,5\,\mathrm{A}$.

Điện trở R : $R = \dfrac{U_R}{I} = \dfrac{48}{0,5} = 96\,(\Omega)$.

Cảm kháng : $Z_L = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{64}{0,5} = 128\,(\Omega)$.

Hệ số tự cảm L : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{128}{100\pi} = \frac{1,28}{\pi}$ (H).

Dung kháng : $Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{28}{0,5} = 56\,(\Omega)$.

Điện dung của tụ điện : $C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi.56} = \frac{10^{-3}}{5,6\pi}$ (F).

Dạng 3. CÁC BÀI TOÁN BIỆN LUẬN

Loại 1. Biện luận theo R

Phương pháp giải

> *Bài toán biện luận theo* R *thông thường biện luận theo sự phụ thuộc công suất tiêu thụ theo giá trị* R.
> *Đối với đoạn mạch* RLC *thì công suất của mạch :*
>
> $$\mathscr{P} = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}.$$
>
> *Từ đây khảo sát giá trị công suất theo* R.

Ví dụ 1. Cho mạch điện RLC, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F, điện trở R thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có biểu thức : $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

a) Xác định các giá trị điện trở R để công suất của mạch : $\mathscr{P} = 100\sqrt{3}$ W.

b) Xác định R để công suất của mạch là cực đại. Tính giá trị công suất cực đại đó.

Giải

a) Theo bài ra, dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{2\pi}.100\pi} = 200\,(\Omega)$.

Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\,(\Omega)$.

Công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathscr{P} = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow R^2 - \frac{U^2}{\mathscr{P}}R + (Z_L - Z_C)^2 = 0. \quad (1)$$

Thay số vào phương trình (1) ta được :

$$R^2 - \frac{400}{\sqrt{3}}R + 10000 = 0 \Rightarrow R_1 = 100\sqrt{3}\ \Omega,\ R_2 = \frac{100}{\sqrt{3}}\ \Omega.$$

a) Xuất phát từ biểu thức công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathscr{P} = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}.$$

Theo bất đẳng thức Cô-si, ta có :

$$R + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} = 2|Z_L - Z_C|$$

nên công suất của mạch : $\mathscr{P} = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} \leq \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$

Công suất của mạch cực đại : $\mathscr{P}_{max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}$, đạt được khi

$$R = |Z_L - Z_C| = 100\ (\Omega).$$

Thay số ta thu được công suất cực đại : $\mathscr{P}_{max} = \dfrac{200^2}{2.100} = 200\ (W)$.

Ví dụ 2. Cho mạch điện gồm cuộn dây có $R_0 = 60\ \Omega$, $L = \dfrac{0,8}{\pi}$ H mắc nối tiếp với điện trở R thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

a) Xác định R để công suất tiêu thụ của mạch cực đại. Tính giá trị công suất đó.

b) Xác định R để công suất tiêu thụ trên điện trở R cực đại. Tính giá trị công suất đó.

Giải

a) Xuất phát từ biểu thức công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathscr{P} = I^2(R + R_0) = \frac{U^2(R + R_0)}{(R + R_0)^2 + Z_L^2} = \frac{U^2}{R_X + \dfrac{Z_L^2}{R_X}},\ \text{với}\ R_X = R + R_0,$$

Do $R_X + \dfrac{Z_L^2}{R_X} \geq 2\sqrt{R_X.\dfrac{Z_L^2}{R_X}} = 2Z_L$, nên công suất của mạch :

$$\mathscr{P} = \frac{U^2}{R_X + \dfrac{Z_L^2}{R_X}} \leq \frac{U^2}{2Z_L}.$$

Công suất của mạch cực đại : $\mathcal{P}_{max} = \frac{U^2}{2Z_L}$, đạt được khi

$$R_X = Z_L = L\omega = \frac{0,8}{\pi}.100\pi = 80\,(\Omega) \Rightarrow R = 80 - 60 = 20\,(\Omega).$$

Thay số ta được : $\mathcal{P}_{max} = \frac{100^2}{2.80} = 62,5\,(W)$.

b) Xuất phát từ biểu thức công suất tiêu thụ trên điện trở R, ta có :

$$\mathcal{P} = I^2R = \frac{U^2R}{\left(R + R_0\right)^2 + Z_L^2} = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L^2 + R_0^2)}{R} + 2R_0}.$$

Do $R + \frac{R_0^2 + Z_L^2}{R} \geq 2\sqrt{R_X.\frac{\left(R_0^2 + Z_L^2\right)}{R_X}} = 2\sqrt{\left(R_0^2 + Z_L^2\right)}$, nên công suất của mạch là :

$$\mathcal{P} \leq \frac{U^2}{2R_0 + 2\sqrt{\left(R_0^2 + Z_L^2\right)}}.$$

Công suất của mạch cực đại : $\mathcal{P}_{max} = \frac{U^2}{2R_0 + 2\sqrt{(R_0^2 + Z_L^2)}}$, đạt được khi :

$$R = \sqrt{\left(R_0^2 + Z_L^2\right)} = \sqrt{\left(60^2 + 80^2\right)} = 100\,(\Omega).$$

Thay số ta được công suất cực đại : $\mathcal{P}_{max} = \frac{100^2}{2.80 + 2.100} = \frac{\cancel{2}50}{\cancel{9}}\,(W)$. 31,5

Loại 2. Biện luận theo L

Phương pháp giải

> *Biện luận theo L thông thường có hai dạng bài toán cơ bản :*
> *- Sự phụ thuộc công suất của mạch vào giá trị L. Công suất của mạch cực đại khi có sự cộng hưởng điện, tức là $Z_L = Z_C$.*
> *- Sự phụ thuộc điện áp trên một phần tử nào đó vào giá trị L :*
> *Biểu diễn giá trị điện áp trên phần tử X là : $U_X = f\left(L\right)$.*
> *Từ đó, tiến hành khảo sát giá trị U_X này theo L.*

Ví dụ 1. Cho mạch điện RLCnối tiếp, $R = 50\ \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, hệ số tự cảm của cuộn dây thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t\right)(V)$.

a) Xác định L biết dòng điện lệch pha với điện áp một góc $\frac{\pi}{4}$.

b) Xác định L để công suất của mạch là cực đại. Tính giá trị công suất cực đại đó.

Giải

a) Theo bài ra, dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi}.100\pi} = 100\,(\Omega)$.

Dòng điện lệch pha với điện áp một góc $\frac{\pi}{4}$, nên ta có :

$$\tan\left(\pm\frac{\pi}{4}\right) = \pm 1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} Z_L = Z_C + R = 150\,(\Omega) \\ Z_L = Z_C - R = 50\,(\Omega). \end{array}\right.$$

Từ đó, suy ra : $\left[\begin{array}{l} L = \frac{150}{100\pi} = \frac{3}{2\pi}(\text{H}) \\ L = \frac{50}{100\pi} = \frac{1}{2\pi}(\text{H}). \end{array}\right.$

b) Công suất của mạch : $\mathscr{P} = I^2R$, do R không đổi nên công suất của mạch cực đại khi cường độ dòng điện hiệu dụng I cực đại. Điều này xảy ra khi mạch điện xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện. Khi đó : $Z_L = Z_C = 100\,\Omega$.

Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}(\text{H})$.

Công suất của mạch là : $\mathscr{P}_{max} = I_{max}^2R = \frac{U^2}{Z_{min}^2}R = \frac{U^2}{R} = \frac{200^2}{50} = 800\,(\text{W})$.

Ví dụ 2. Cho mạch điện RLCnối tiếp, $R = 100\,\Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, hệ số tự cảm của cuộn dây thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,(\text{V})$.

a) Xác định hệ số tự cảm L để điện áp trên điện trở R đạt giá trị cực đại. Tính điện áp cực đại đó.

b) Xác định hệ số tự cảm L để điện áp trên cuộn dây đạt giá trị cực đại. Tính điện áp cực đại đó.

Giải

a) Điện áp trên điện trở thuần R : $U_R = I.R$, U_R cực đại khi cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại. Điều này xảy ra khi mạch cộng hưởng điện.

$$Z_L = Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\,(\Omega).$$

Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}\,(H)$.

Điện áp cực đại : $U_{R\max} = I_{\max}R = \frac{U}{R}R = U = 200\,(V)$.

b) Điện áp trên cuộn dây : $U_L = I.Z_L = \frac{U}{Z}Z_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Hay $$U_L = \frac{U}{\sqrt{\frac{(R^2 + Z_C^2)}{Z_L^2} - \frac{2Z_C}{Z_L} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{f(Z_L)}}.$$

Điện áp trên cuộn dây đạt giá trị cực đại khi $f(Z_L)$ đạt cực tiểu. Ta có :

$$f(Z_L)_{\min} = \frac{(R^2 + Z_C^2)}{Z_L^2} - \frac{2Z_C}{Z_L} + 1$$

khi $\frac{1}{Z_L} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = \frac{100^2 + 100^2}{100} = 200\,(\Omega)$.

Thay giá trị L vào ta được điện áp cực đại :

$$U_{L\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R} = \frac{200\sqrt{100^2 + 100^2}}{100} = 200\sqrt{2}\,(V).$$

Giá trị hệ số tự cảm : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{200}{100\pi} = \frac{2}{\pi}\,(H)$.

Ví dụ 3. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, hệ số tự cảm của cuộn dây thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,(V)$.

a) Xác định hệ số tự cảm L để điện áp trên điện trở R không phụ thuộc vào giá trị điện trở R. Tính giá trị điện áp đó.

b) Xác định hệ số tự cảm L để điện áp U_{RC} không phụ thuộc vào giá trị R. Tính giá trị điện áp đó.

Giải

a) Điện áp trên điện trở R :

$$U_R = I.R = \frac{UR}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \left(\frac{Z_L - Z_C}{R}\right)^2}}.$$

Điện áp U_R không phụ thuộc vào R khi :

$$Z_L = Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\,(\Omega) \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}\,(H).$$

Khi đó : $U_R = U = 100\,V$.

b) Điện áp U_{RC} : $U_{RC} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{1 + \dfrac{Z_L(Z_L - 2Z_C)}{R^2 + Z_C^2}}}$.

Điện áp này không phụ thuộc vào R khi : $Z_L(Z_L - 2Z_C) = 0$.

Suy ra : $\left[\begin{array}{l} Z_L = 0 \\ Z_L = 2Z_C = 200\,\Omega \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} L = 0 \\ L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{2}{\pi}\,(H). \end{array}\right.$

Điện áp : $U_{RC} = U = 100\,V$.

Loại 3. Biện luận theo C

Phương pháp giải

> *Biện luận theo C thông thường có hai dạng bài toán cơ bản :*
> *- Sự phụ thuộc công suất của mạch vào giá trị C. Công suất của mạch cực đại khi có sự cộng hưởng điện, tức là $Z_C = Z_L$.*
> *- Sự phụ thuộc điện áp trên một phần tử nào đó vào giá trị C :*
> *Biểu diễn giá trị điện áp trên phần tử X là : $U_X = f(C)$.*
> *Từ đó, tiến hành khảo sát giá trị U_X này theo C.*

Ví dụ 1. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 200\,\Omega$, $L = \frac{2}{\pi}$ H, điện dung của tụ điện thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,(V)$.

a) Xác định C, biết công suất của mạch $\mathscr{P} = 160\,W$.

b) Xác định C để dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp hai đầu mạch điện.

Giải

a) Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = \frac{2}{\pi}.100\pi = 200\,(\Omega)$.

Công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathscr{P} = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Rightarrow 160 = \frac{200^2.200}{200^2 + (200 - Z_C)^2}.$$

Hay $$|200 - Z_C| = 100\,\Omega \Rightarrow \left[\begin{array}{l} Z_C = 100\,\Omega \\ Z_C = 300\,\Omega. \end{array}\right.$$

Áp dụng công thức : $C = \dfrac{1}{\omega Z_C}$, ta có điện dung của tụ là :

$$\left[\begin{array}{l} C = \dfrac{1}{100\pi.100} = \dfrac{10^{-4}}{\pi}\ (\mathrm{F}) \\ C = \dfrac{1}{100\pi.300} = \dfrac{10^{-4}}{3\pi}\ (\mathrm{F}). \end{array}\right.$$

b) Dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp hai đầu đoạn mạch nên :

$$Z_C = Z_L = 200\,\Omega.$$

Điện dung của tụ điện : $C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{1}{100\pi.200} = \dfrac{10^{-4}}{2\pi}\ (\mathrm{F})$.

Ví dụ 2. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 100\ \Omega$, $L = \dfrac{1}{\pi}$ H, điện dung của tụ điện thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)\ (\mathrm{V})$.

a) Xác định C để điện áp trên tụ điện đạt giá trị cực đại. Tính giá trị điện áp cực đại đó.

b) Xác định C để điện áp U_{RC} đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

Giải

a) Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{100\pi.\dfrac{10^{-4}}{\pi}} = 100\ (\Omega)$.

Điện áp trên tụ điện : $U_C = IZ_C = \dfrac{U}{Z}Z_C = \dfrac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$.

Hay $$U_L = \frac{U}{\sqrt{\dfrac{(R^2 + Z_L^2)}{Z_C^2} - \dfrac{2Z_L}{Z_C} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{f(Z_C)}}$$

Điện áp trên cuộn dây đạt giá trị cực đại khi $f(Z_L)$ đạt cực tiểu. Ta có :

$$f(Z_C)_{\min} = \frac{(R^2 + Z_L^2)}{Z_C^2} - \frac{2Z_L}{Z_C} + 1$$

khi $\frac{1}{Z_C} = \frac{Z_L}{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = \frac{100^2 + 100^2}{100} = 200\,(\Omega)$.

Thay giá trị L vào ta được điện áp cực đại :

$$U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} = \frac{200\sqrt{100^2 + 100^2}}{100} = 200\sqrt{2}\,(V).$$

Giá trị hệ số tự cảm : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi} = \frac{1}{\pi}\,(H)$.

b) Điện áp trên RC : $U_{RC} = IZ_{RC} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{1 + \frac{Z_L^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_C^2}}}$.

Điện áp U_{RC} đạt giá trị cực đại khi $f(Z_C) = \frac{Z_L^2 - 2Z_L Z_C}{R^2 + Z_C^2}$ đạt giá trị cực tiểu.

Ta có đạo hàm : $f'(Z_C) = \frac{Z_C^2 - Z_L Z_C - R^2}{(R^2 + Z_C^2)^2} = 0 \Rightarrow Z_C^2 - Z_L Z_C - R^2 = 0$.

Hay $Z_C^2 - 100Z_C - 100^2 = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} Z_C = 50(1 + \sqrt{5})\,\Omega \\ Z_C = 50(1 - \sqrt{5})\,\Omega < 0. \end{array}\right.$

Khi đó : $f(Z_C)_{\min} = \frac{100^2 - 2.100.50(1 + \sqrt{5})}{100^2 + \left[50(1 + \sqrt{5})\right]^2} = \frac{-2\sqrt{5}}{5 + \sqrt{5}}$.

Điện áp : $U_{RC\max} = \frac{U}{\sqrt{1 + f_{\min}(Z_C)}} = \frac{200}{\sqrt{1 - \frac{2\sqrt{5}}{5 + \sqrt{5}}}} = 10(5 + \sqrt{5})\,(V)$

đạt được khi $C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{10^{-3}}{5(1 + \sqrt{5})\pi}\,(F)$.

Loại 4. Biện luận theo ω

Phương pháp giải

Biện luận theo ω thông thường có hai dạng bài toán cơ bản :

- Sự phụ thuộc công suất của mạch vào giá trị ω. Công suất của mạch cực đại khi có sự cộng hưởng điện, tức là $Z_L = Z_C \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

- Sự phụ thuộc điện áp trên một phần tử nào đó vào giá trị ω :
Biểu diễn giá trị điện áp trên phần tử X là : $U_X = f(\omega)$.
Từ đó, tiến hành khảo sát giá trị U_X này theo ω.

Ví dụ 1. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 50\ \Omega$, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 200\sqrt{2}\sin\omega t$ (V), tần số góc của điện áp thay đổi được.

a) Xác định ω biết công suất của mạch $\mathscr{P} = 80$ W.

b) Xác định ω để điện áp hiệu dụng trên điện trở R là cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

Giải

a) Công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathscr{P} = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Leftrightarrow 80 = \frac{200^2 50}{50^2 + \left(L\omega - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Suy ra : $$L\omega - \frac{1}{\omega C} = \pm 150 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{ll} \omega^2 - 150\pi\omega - 10000\pi^2 = 0 & (1) \\ \omega^2 + 150\pi\omega - 10000\pi^2 = 0 & (2) \end{array}\right.$$

Giải phương trình (1) ta được : $\left[\begin{array}{l} \omega_1 = 200\pi \text{ rad/s} \\ \omega_2 = -50\pi < 0. \end{array}\right.$

Giải phương trình (2) ta được : $\left[\begin{array}{l} \omega_3 = -200\pi < 0 \\ \omega_4 = 50\pi \text{ rad/s.} \end{array}\right.$

Vậy chỉ có $\omega_1 = 200\pi$ rad/s và $\omega_4 = 50\pi$ rad/s thoả mãn.

b) Điện áp trên điện trở R đạt giá trị cực đại : $U_R = I.R$. Do R không đổi nên điện áp trên điện trở R đạt giá trị cực đại khi cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại. Khi đó mạch xảy ra cộng hưởng điện. Khi đó :

$$Z_C = Z_L \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\pi}\cdot\frac{10^{-4}}{\pi}}} = 100\pi \text{ (rad/s)}.$$

Suy ra : $U_{R\max} = I_{\max}R = U = 200$ V.

Ví dụ 2. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 100\ \Omega$, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{2.10^{-4}}{3\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 200\sqrt{2}\sin(\omega t)$ (V), tần số góc của điện áp thay đổi được.

a) Xác định ω để điện áp trên tụ điện đạt giá trị cực đại. Tính giá trị điện áp cực đại đó.

b) Xác định ω để điện áp trên cuộn dây đạt giá trị cực đại. Tính giá trị điện áp cực đại đó.

Giải

a) Điện áp trên tụ điện : $U_C = IZ_C = \frac{UZ_C}{Z} = \frac{U}{C\omega\sqrt{R^2+\left(L\omega-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$.

Hay $U_C = IZ_C = \frac{UZ_C}{Z} = \frac{U}{\sqrt{L^2C^2\omega^4-2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right)C^2\omega^2+1}} = \frac{U}{\sqrt{f(\omega^2)}}$.

Điện áp U_C đạt giá trị cực đại khi :

$f(\omega^2) = L^2C^2\omega^4-2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right)C^2\omega^2+1$, đạt giá trị cực tiểu khi

$$\omega^2 = \frac{\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right)}{L^2} \Rightarrow \omega = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}}}{L} = \frac{\sqrt{\frac{\pi.3\pi}{2.10^{-4}}-\frac{100^2}{2}}}{\frac{1}{\pi}} = 100\pi \text{ (rad/s)}.$$

Khi đó $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\,(\Omega)$, $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\frac{100\pi.2.10^{-4}}{3\pi}} = 150\,(\Omega)$.

Tổng trở : $Z = \sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2} = \sqrt{100^2+\left(100-150\right)^2} = 50\sqrt{5}\,(\Omega)$.

Điện áp cực đại : $U_{C\max} = \frac{UZ_C}{Z} = \frac{200.150}{50\sqrt{5}} = 120\sqrt{5}$ (V).

b) Điện áp trên cuộn dây : $U_L = IZ_L = \frac{UZ_L}{Z} = \frac{UL\omega}{\sqrt{R^2+\left(L\omega-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$.

Hay $U_L = \frac{U}{\sqrt{\frac{1}{L^2C^2\omega^4}-2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right)\frac{1}{L^2\omega^2}+1}} = \frac{U}{\sqrt{f(\omega^2)}}$.

Điện áp U_C đạt giá trị cực đại khi :

$f(\omega^2) = \frac{1}{L^2C^2\omega^4}-2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right)\frac{1}{L^2\omega^2}+1$, đạt giá trị cực tiểu khi

$$\frac{1}{\omega^2} = C^2\left(\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}\right) \Rightarrow \omega = \frac{1}{C\sqrt{\frac{L}{C}-\frac{R^2}{2}}} = \frac{1}{\frac{2.10^{-4}}{3\pi}\sqrt{\frac{\pi.3\pi}{2.10^{-4}}-\frac{100^2}{2}}} = 150\pi \text{ (rad/s)}.$$

Khi đó : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.150\pi = 150\,(\Omega)$, $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\frac{150\pi.2.10^{-4}}{3\pi}} = 100\,(\Omega)$.

Tổng trở : $Z=\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}=\sqrt{100^2+\left(150-100\right)^2}=50\sqrt{5}\ (\Omega)$.

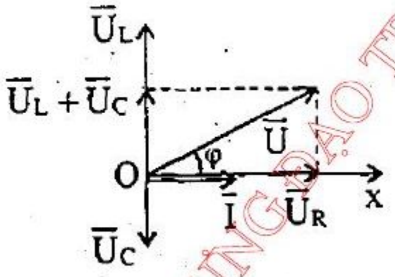
Điện áp cực đại : $U_{L\max}=\dfrac{UZ_L}{Z}=\dfrac{200.150}{50\sqrt{5}}=120\sqrt{5}\ (V)$.

Dạng 4. PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ VECTƠ (GIẢN ĐỒ FRE-NEN)

Phương pháp giải

- Vẽ giản đồ vectơ cho đoạn mạch :

$\vec{U}_R$ *cùng pha với dòng điện ;* $\vec{U}_C$ *trễ pha* $\dfrac{\pi}{2}$ *so với dòng điện ;* $\vec{U}_L$ *sớm pha* $\dfrac{\pi}{2}$ *so với dòng điện.*

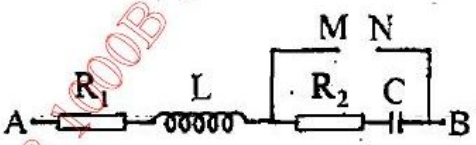


- Sử dụng công thức cộng vectơ : $\vec{c}=\vec{a}+\vec{b}$ *và* $c^2=a^2+b^2+2ab\cos(\vec{a},\vec{b})$.

- Công thức tam giác : $\vec{c}=\vec{a}-\vec{b}$ *và* $c^2=a^2+b^2-2ab\cos(\vec{a},\vec{b})$.

Việc sử dụng các công thức này một cách linh hoạt giúp cho việc tính toán các đại lượng điện áp, góc dễ dàng hơn.

Ví dụ 1. Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ. Điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u_{AB}=U\sqrt{2}\sin(100\pi t)\ (V)$.

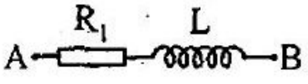


a) Mắc ampe kế có điện trở $R_A=0$ vào M, N thấy ampe kế chỉ $I_A=0,3$ A ; dòng điện trong mạch lệch pha 60° so với u_{AB}. Công suất của mạch $\mathscr{P}=18$ W. Tính R_1, L, U.

b) Mắc vôn kế có $R_V=\infty$ vào M, N thay cho ampe kế thì vôn kế chỉ 60 V, điện áp trên vôn kế trễ pha 60° so với u_{AB}. Tìm R_2 và C.

Giải

a) Khi mắc ampe kế vào M, N thì ta có mạch điện như hình vẽ bên. Mạch điện có R_1 nối tiếp L, nên dòng điện trễ pha hơn điện áp một góc 60°. Ta có :



$$\tan\frac{\pi}{3}=\sqrt{3}=\frac{Z_L}{R_1}\Rightarrow Z_L=\sqrt{3}R_1.$$

Công suất tiêu thụ của mạch : $\mathscr{P}=I^2R_1=0,3^2R_1=18\ (W)\Rightarrow R_1=200\ (\Omega)$.

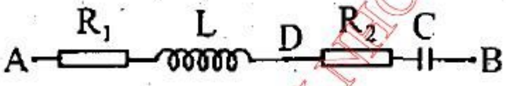
Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L=\sqrt{3}R_1=200\sqrt{3}\ (\Omega)$.

Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L=\dfrac{Z_L}{\omega}=\dfrac{200\sqrt{3}}{100\pi}=\dfrac{2\sqrt{3}}{\pi}\ (H)$.

Tổng trở của mạch : $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_L^2} = \sqrt{200^2 + 3.200^2} = 400\ (\Omega)$.

Điện áp hiệu dụng : $U = IZ_1 = 0,3.400 = 120$ (V).

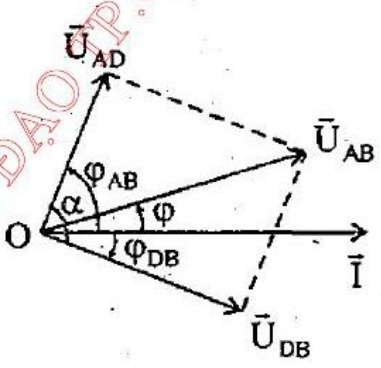
b) Khi mắc vôn kế vào mạch, ta có mạch điện và giản đồ vectơ như hình vẽ bên.



Ta có :

$$\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AD} + \vec{U}_{DB} \Rightarrow \vec{U}_{AD} = \vec{U}_{AB} - \vec{U}_{DB}$$

hay $U_{AD}^2 = U_{AB}^2 + U_{DB}^2 - 2U_{AB}U_{DB}\cos\frac{\pi}{3}$



$$\Leftrightarrow U_{AD}^2 = 120^2 + 60^2 - 2.120.60.\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow U_{AD} = 60\sqrt{3}\ \text{V}.$$

Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch :

$$I' = \frac{U_{AD}}{Z_1} = \frac{60\sqrt{3}}{400} = \frac{3\sqrt{3}}{20}\ (\text{A}).$$

Gọi $\alpha = (\vec{U}_{AD}, \vec{U}_{DB})$, ta lại có :

$$U_{AB}^2 = U_{AD}^2 + U_{DB}^2 + 2U_{AD}U_{DB}\cos\alpha$$

hay $120^2 = 3.60^2 + 60^2 + 2.60^2.\sqrt{3}\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2}$.

Vậy, u_{DB} trễ pha hơn i một góc : $|\varphi_{DB}| = \alpha - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$.

Ta có : $\tan\varphi_{DB} = \tan\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{-Z_C}{R_2} \Rightarrow R_2 = \sqrt{3}Z_C$.

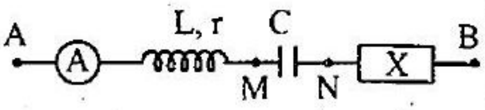
Tổng trở đoạn mạch DB :

$$Z_{DB} = \sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = \sqrt{3Z_C^2 + Z_C^2} = 2Z_C = \frac{U_{DB}}{I'} = \frac{60}{\frac{3\sqrt{3}}{20}}\ (\Omega) \Rightarrow Z_C = \frac{200}{\sqrt{3}}\ \Omega.$$

Do đó : $R_2 = 200\ \Omega$. Điện dung của tụ điện là :

$$C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{1}{100\pi\cdot\frac{200}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}.10^{-4}}{2\pi}\ (\text{F}).$$

Ví dụ 2. Cho mạch điện như hình vẽ. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch là : $u_{AB} = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V). Hộp X chứa hai trong ba phần tử R_X, L_X, C_X mắc nối tiếp với nhau. Cuộn dây AM có $r = 50\ \Omega$, $L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$ H.



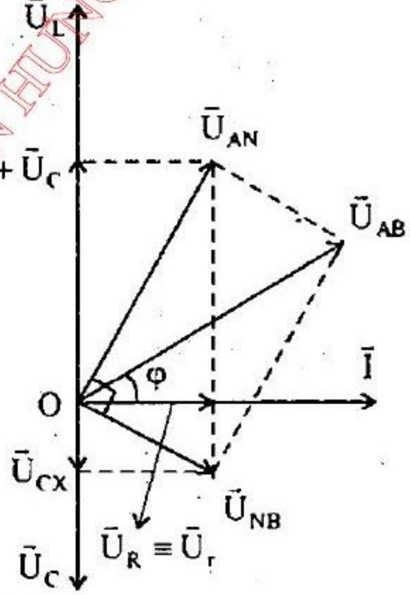
Dòng điện trong mạch chậm pha hơn điện áp u_{AB} và có giá trị hiệu dụng $I = \sqrt{3}$ A, hiệu điện thế u_{AN} sớm pha hơn u_{AB} một góc $\frac{\pi}{6}$ và có giá trị hiệu dụng $U_{AN} = 100\sqrt{3}$ V.

a) Tính điện dung C, độ lệch pha giữa cường độ dòng điện và điện áp trên toàn mạch.

b) Tính công suất tiêu thụ của hộp X, viết biểu thức điện áp hai đầu hộp X.

c) Xác định hai phần tử trong hộp X và tính độ lớn các đại lượng R_X, L_X hoặc C_X của chúng.

Giải



a) Theo bài ra : $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_{NB}$.

Do u_{AB} sớm pha hơn dòng điện trong mạch, mà u_{AN} sớm pha hơn u_{AB} nên u_{AN} sớm pha hơn cường độ dòng điện. Vì vậy, ta có : $Z_L > Z_C$. Giản đồ vectơ như hình vẽ. Ta có :

$$U_{NB}^2 = U_{AB}^2 + U_{AN}^2 - 2U_{AB}U_{AN}\cos\frac{\pi}{6}$$

$$= 200^2 + 3.100^2 - 2.200.100\sqrt{3}.\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Suy ra : $U_{NB} = 100$ V.

Cảm kháng của cuộn dây :

$$Z_L = L\omega = 100\sqrt{3}\ (\Omega).$$

Tổng trở của đoạn mạch AN là :

$$Z_{AN} = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{50^2 + \left(100\sqrt{3} - Z_C\right)^2} = \frac{U_{AN}}{I} = 100\ (\Omega).$$

Dung kháng của tụ điện : $Z_C = 50\sqrt{3}\ \Omega \Rightarrow C = \frac{1}{\omega Z_C} = \frac{2.10^{-4}}{\pi\sqrt{3}}$ (F).

Điện áp u_{AN} sớm pha hơn cường độ dòng điện một góc :

$$\tan\varphi_{AN} = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{100\sqrt{3} - 50\sqrt{3}}{50} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_{AN} = \frac{\pi}{3}.$$

Vậy u_{AB} sớm pha hơn i một góc $\varphi_{AB} = \varphi_{AN} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}$.

b) Gọi $\alpha = (\vec{U}_{AN}, \vec{U}_{NB})$ thì ta có :

$$\cos\alpha = \frac{U_{AN}^2 + U_{NB}^2 - U_{AB}^2}{2U_{AN}U_{NB}} = \frac{3.100^2 + 100^2 - 200^2}{2.100^2\sqrt{3}} = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2}.$$

Điện áp u_{NB} trễ pha hơn dòng điện một góc : $\varphi_{NB} = \alpha - \varphi_{AN} = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$.

Biểu thức điện áp hai đầu hộp X là : $u_{NB} = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V).

Công suất tiêu thụ của hộp X là : $\mathscr{P}_X = I.U_{NB}\cos\varphi_{NB} = \sqrt{3}.100.\frac{\sqrt{3}}{2} = 150$ (W).

c) Do điện áp u_{NB} trễ pha hơn dòng điện một góc $\varphi_{NB} = \frac{\pi}{6} < \frac{\pi}{2}$ nên hộp X chứa R_X nối tiếp với C_X. Ta có : $\mathscr{P}_X = I^2R_X = 3R_X = 150\ \Omega \Rightarrow R_X = 50\ \Omega$.

Mặt khác, ta có : $\tan\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{Z_{C_X}}{R_X} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow Z_{C_X} = \frac{R_X}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}}$ (Ω).

Điện dung của tụ điện : $C_X = \frac{1}{\omega Z_{C_X}} = \frac{1}{\frac{100\pi.50}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}.5.10^{-3}}{\pi}$ (F).

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Cho mạch điện LC nối tiếp, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều thì cường độ dòng điện trong mạch $i = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A). Hãy viết biểu thức điện áp u, u_L, u_C.

Bài 2. Cho đoạn mạch điện RLC nối tiếp, các giá trị $R = 100\sqrt{3}\ \Omega$, $L = \frac{2}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (V).

a) Viết biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.

b) Viết biểu thức điện áp u_R, u_L, u_C, u_{RC}, u_{LC}.

Bài 3. Cho đoạn mạch điện gồm cuộn dây nối tiếp với tụ điện. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 150\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V). Điện áp $U_d = 200$ V, $U_C = 70$ V.

a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở thuần R.

b) Tính R, L, C. Biết cường độ dòng điện hiệu dụng 1 A.

Bài 4. Cho đoạn mạch RLC nối tiếp, R = 100 Ω. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 200\sin(100\pi t)$ (V). Điện áp $U_{RL} = 100\sqrt{2}$ V, $U_C = 200$ V.

a) Giá trị điện áp U_L là bao nhiêu ?
b) Viết biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.

Bài 5. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 100\ \Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F, hệ số tự cảm của cuộn dây thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều : $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

a) Xác định L để dòng điện trễ pha với điện áp một góc $\frac{\pi}{4}$.
b) Xác định L để công suất của mạch là cực đại.
c) Xác định L để điện áp trên cuộn dây là cực đại.
d) Giá trị điện áp U_L cực đại là bao nhiêu ?
A. 100 V. B. $50\sqrt{2}$ V. C. $100\sqrt{2}$ V. D. 200 V.

Bài 6. Cho mạch điện RLC nối tiếp, $R = 100\ \Omega$, $L = \frac{2}{\pi}$ H, điện dung của tụ điện thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có biểu thức : $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

a) Các giá trị C biết công suất của mạch $\mathscr{P} = 200$ W là bao nhiêu ?
b) Giá trị C để dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp hai đầu mạch điện là bao nhiêu ?
c) Giá trị C bằng bao nhiêu để U_{RL} không phụ thuộc vào R nếu như cho R thay đổi ?

Bài 7. Cho mạch điện RLC nối tiếp, R thay đổi được, $L = \frac{2}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$ (V), tần số góc của điện áp thay đổi được. Giá trị ω để điện áp hiệu dụng trên điện trở R không phụ thuộc vào R là bao nhiêu ?

Bài 8. Cho mạch điện như gồm điện trở R mắc nối tiếp với tụ điện C và hộp X. Trong hộp X chứa hai trong ba phần tử R_0, L_0, C_0 mắc nối tiếp với nhau. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch $u = 200\sin(100\pi t)$ (V), điện áp hiệu dụng là $U_{RC} = U_X = 100$ V. Hỏi trong hộp X chứa những phần tử nào ?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\ (\Omega)$.

Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{2\pi}} = 200\ (\Omega)$.

Điện áp cực đại : $U_{0L} = I_0 Z_L = 2.100 = 200$ (V).

$$U_{0C} = I_0 Z_C = 2.200 = 400\,(V).$$

Điện áp trên cuộn dây sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$, do đó, biểu thức điện áp u_L là :

$$u_L = 200\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2}\right) = 200\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)(V).$$

Điện áp trên tụ điện trễ pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$, do đó, biểu thức điện áp u_C là :

$$u_C = 400\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{2}\right) = 400\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(V).$$

Tổng trở : $Z = |Z_L - Z_C| = |200 - 100| = 100\,(\Omega)$.

Điện áp cực đại : $U_0 = I.Z = 2.100 = 200\,(V)$.

Do $Z_L < Z_C$ nên điện áp hai đầu đoạn mạch trễ pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$, do đó, biểu thức điện áp u là :

$$u = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(V).$$

Bài 2. a) Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = \frac{2}{\pi}.100\pi = 200\,(\Omega)$.

Dung kháng của tụ điện : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\,(\Omega)$.

Tổng trở của mạch :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2 + (200 - 100)^2} = 200\,(\Omega).$$

Cường độ dòng điện cực đại : $I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{200\sqrt{2}}{200} = \sqrt{2}\,(A)$.

Độ lệch pha giữa u và i : $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{200 - 100}{100\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} > 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$.

Điện áp u sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{6}$.

Biểu thức cường độ dòng điện là :

$$i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6}\right) = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(A).$$

b) Điện áp u_R cùng pha với cường độ dòng điện, điện áp cực đại :

$$U_{0R} = I_0 R = 100\sqrt{6}\,(V).$$

Biểu thức điện áp u_R : $u_R = 100\sqrt{6}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$(V).

- Điện áp u_L sớm pha hơn cường độ dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$, điện áp cực đại :

$$U_{0L} = I_0 Z_L = 200\sqrt{2}\ (V).$$

Biểu thức điện áp u_L : $u_L = 200\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$(V).

- Điện áp u_C trễ pha hơn cường độ dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$, điện áp cực đại :

$$U_{0C} = I_0 Z_C = 100\sqrt{2}\ (V).$$

Biểu thức điện áp u_C : $u_C = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$(V).

- Điện áp u_{RC} trễ pha hơn cường độ dòng điện một góc có :

$$\tan\varphi_{RC} = \frac{-Z_C}{R} = \frac{-100}{100\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi_{RC} = -\frac{\pi}{6}.$$

Tổng trở của mạch RC : $Z_{RC} = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{\left(100.\sqrt{3}\right)^2 + 100^2} = 200\ (\Omega)$.

Điện áp cực đại : $U_{0RC} = I_0 Z_{RC} = 200\sqrt{2}$ (V).

Biểu thức điện áp u_{RC} : $u_{RC} = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

- Do $Z_L > Z_C$ nên điện áp u_{LC} sớm pha hơn cường độ dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$, tổng trở của đoạn mạch LC : $Z_{LC} = |Z_L - Z_C| = |100 - 200| = 100\ (\Omega)$.

Điện áp cực đại : $U_{0LC} = I_0 Z_{LC} = 100\sqrt{2}$ (V).

Biểu thức điện áp u_{LC} : $u_{LC} = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$(V).

Bài 3. a) Giả sử cuộn dây không có điện trở thuần R. Khi đó, mạch L nối tiếp C.
Điện áp : $U = |U_L - U_C| = |200 - 70| = 130\ V \neq 150$ (V).
Điều giả sử là sai, cuộn dây có điện trở thuần R.
b) Theo bài ra ta có : $U_C = 70\ V$; (1)

$$U_d^2 = U_R^2 + U_L^2 = 200^2; \quad (2)$$

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + U_L^2 - 2U_L U_C + U_C^2 = 150^2. \quad (3)$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta có : $200^2 - 2.70.U_L + 70^2 = 150^2 \Rightarrow U_L = 160$ V.

Thay vào (2) ta được : $U_R = \sqrt{200^2 - 160^2} = 120$ (V).

Điện trở : $R = \frac{U_R}{I} = \frac{120}{1} = 120\ (\Omega)$.

Cảm kháng : $Z_L = \dfrac{U_L}{I} = \dfrac{160}{1} = 160\,(\Omega)$.

Hệ số tự cảm : $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{160}{100\pi} = \dfrac{1,6}{\pi}$ (H).

Dung kháng : $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{70}{1} = 70\,(\Omega)$.

Điện dung của tụ điện : $C = \dfrac{1}{\omega Z_C} = \dfrac{1}{100\pi.70} = \dfrac{10^{-3}}{7\pi}$ (F).

Bài 4. a) Theo bài ra ta có : $U_C = 200$ V ; (1)

$$U_d^2 = U_R^2 + U_L^2 = 2.100^2\,; \tag{2}$$

$$U_{AB}^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2 = U_R^2 + U_L^2 - 2U_LU_C + U_C^2 = 2.100^2. \tag{3}$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta có :

$$2.100^2 - 2.200.U_L + 200^2 = 2.100^2 \Rightarrow U_L = 100\text{ V}.$$

b) Thay U_L vào (2) ta được : $U_R = \sqrt{2.100^2 - 100^2} = 100$ (V).

Suy ra : $I = \dfrac{U_R}{R} = \dfrac{100}{100} = 1$ (A).

Độ lệch pha giữa u và i là :

$$\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \frac{100 - 200}{100} = -1 < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4}.$$

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch : $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}\right)$ (A).

Bài 5. a) Ta có : $Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{\dfrac{10^{-4}}{\pi}.100\pi} = 100\,(\Omega)$.

Cường độ dòng điện trễ pha với điện áp một góc $\dfrac{\pi}{4}$, nên ta có :

$$\tan\frac{\pi}{4} = 1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_L = Z_C + R = 200\,\Omega.$$

Áp dụng công thức : $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{2}{\pi}$ H.

b) Công suất của mạch : $\mathscr{P} = I^2R$ cực đại khi mạch điện xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện. Khi đó : $Z_L = Z_C = 100\,\Omega$.

Hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \dfrac{Z_L}{\omega} = \dfrac{200}{100\pi} = \dfrac{1}{\pi}$ (H).

c) Điện áp trên cuộn dây đạt giá trị cực đại khi :

$$Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} = 200\,(\Omega) \Rightarrow L = \frac{2}{\pi}\text{ H}.$$

d) Điện áp cực đại trên cuộn dây là :

$$U_{L\max}=\frac{U\sqrt{R^2+Z_C^2}}{R}=100\sqrt{2}\ (\text{V}).$$

Bài 6. a) Ta có : $Z_L=L\omega=\frac{2}{\pi}.100\pi=200\,(\Omega)$.

Công suất mạch :

$$\wp=I^2R=\frac{U^2R}{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}\Leftrightarrow 200=\frac{200^2 100}{100^2+\left(200-Z_C\right)^2}.$$

$$\text{Hay } \left|200-Z_C\right|=100\,\Omega\Rightarrow\left[\begin{array}{l}Z_{C_1}=100\,\Omega\\ Z_{C_2}=300\,\Omega\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{l}C_1=\dfrac{1}{100\pi.100}=\dfrac{10^{-4}}{\pi}(\text{F})\\ C_2=\dfrac{1}{100\pi.300}=\dfrac{10^{-4}}{3\pi}\ (\text{F}).\end{array}\right.$$

b) Dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp hai đầu đoạn mạch nên : $Z_C=Z_L=200\,\Omega$.

Điện dung của tụ điện : $C=\dfrac{1}{\omega Z_C}=\dfrac{1}{100\pi.200}=\dfrac{10^{-4}}{\pi}\,(\text{F})$.

c) Điện áp : $$U_{RL}=\frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{Z_C\left(Z_C-2Z_L\right)}{R^2+Z_C^2}}}.$$

U_{RL} không phụ thuộc vào điện dung C nếu : $Z_C\left(Z_C-2Z_L\right)=0$.

$$\text{Hay}\quad\left[\begin{array}{l}Z_C=0\\ Z_C=2Z_L\end{array}\right.\Rightarrow\left[\begin{array}{l}C=\infty\\ C=\dfrac{10^{-4}}{4\pi}\ \text{F}.\end{array}\right.$$

Bài 7. Ta có : $$U_R=IR=\frac{U}{Z}R=\frac{U}{\sqrt{1+\dfrac{\left(Z_L-Z_C\right)^2}{R}}}.$$

U_R không phụ thuộc vào R khi :

$$Z_C=Z_L\Rightarrow\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{1}{\sqrt{\dfrac{2}{\pi}.\dfrac{10^{-4}}{\pi}}}=50\sqrt{2}\pi\,(\text{rad/s}).$$

Bài 8. Theo bài ra ta có : $\vec{U}=\vec{U}_{RC}+\vec{U}_X$. Mà $U^2=U_{RC}^2+U_X^2$ nên $\vec{U}_{RC}\perp\vec{U}_X$.

Điện áp u_{RC} trễ pha hơn dòng điện một góc bé hơn $\frac{\pi}{2}$ nên u_X sớm pha hơn dòng điện một góc bé hơn $\frac{\pi}{2}$. Điều đó chứng tỏ hộp X chứa R_0 nối tiếp L_0.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Một mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp. Điện áp hiệu dụng $U_R = 36$ V, $U_C = 24$ V, $U_L = 72$ V. Điện áp hai đầu đoạn mạch là

A. 84 V. B. 80 V. C. 60 V. D. 132 V.

2. Một mạch điện xoay chiều nối tiếp gồm điện trở R, tụ điện C và cuộn dây có điện trở r = 50 Ω, độ tự cảm $L = \frac{1}{\pi}$ H. Khi đặt một điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V) thì có cộng hưởng điện công suất toả nhiệt trên điện trở R là 50 W. Giá trị R và C tương ứng là

A. $R = 10\,\Omega, C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. B. $R = 20\,\Omega, C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F.

C. $R = 10\,\Omega, C = \frac{10^{-3}}{\pi}$ F. D. $R = 50\,\Omega, C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F.

3. Một mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp, trong đó điện dung tụ điện thay đổi được. Điện áp hiệu dụng trên tụ điện cực đại khi

A. $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{4Z_L}$. B. $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{2R}$.

C. $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{2Z_L}$. D. $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$.

4. Một đoạn mạch RC nối tiếp mắc vào mạng điện xoay chiều 220 V – 50 Hz. Nếu mắc mạch điện đó vào mạng điện 220 V – 60 Hz thì công suất toả nhiệt trên điện trở R

A. giảm. B. không đổi.

C. có thể tăng, có thể giảm. D. tăng.

5. Một đoạn mạch xoay chiều nối tiếp, điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V) và cường độ dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (A). Công suất tiêu thụ của mạch đó là

A. 100 W. B. 50 W. C. 25 W. D. 200 W.

6. Biết i, I, I_0 lần lượt là giá trị tức thời, giá trị hiệu dụng và giá trị biên độ của cường độ dòng điện xoay chiều đi qua một điện trở thuần R trong thời gian t. Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R được xác định theo công thức nào sau đây ?

A. $Q = i^2Rt$. B. $Q = I^2Rt$. C. $Q = \frac{I_0^2}{4}Rt$. D. $Q = \frac{I^2}{2}Rt$.

7. Chọn câu trả lời đúng nhất. Vì sao trong trong đời sống và kĩ thuật, dòng

điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi hơn dòng điện một chiều ?
A. Vì dòng điện xoay chiều có thể tạo ra từ trường quay trong động cơ điện.
B. Vì dòng điện xoay chiều có thể tạo ra công suất lớn.
C. Vì dòng điện xoay chiều có mọi tính năng và ứng dụng như dòng một chiều.
D. Vì dòng điện xoay chiều có thể truyền tải đi xa nhờ máy biến áp.

8. Cho đoạn mạch RL nối tiếp. Khi điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức là $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,(V)$ thì cường độ dòng điện chạy trong mạch có biểu thức là $i = 2\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)(A)$. Giá trị R, L lần lượt là

A. $R = 100\,\Omega, L = \frac{1}{\pi}$ H.
B. $R = 25\,\Omega, L = \frac{1}{4\pi}$ H.
C. $R = 50\,\Omega, L = \frac{1}{2\pi}$ H.
D. $R = 50\,\Omega, L = \frac{1}{\pi}$ H.

9. Đặt vào hai đầu cuộn dây thuần cảm L điện áp xoay chiều có biểu thức $u = U_0\sin(\omega t + \varphi)(V)$ thì dòng điện chạy qua cuộn dây có biểu thức $i = I_0\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)(A)$. Giá trị góc φ là

A. $\varphi = \frac{3\pi}{4}$.
B. $\varphi = \frac{\pi}{2}$.
C. $\varphi = -\frac{3\pi}{4}$.
D. $\varphi = -\frac{\pi}{4}$.

10. Phát biểu nào sau đây về dòng điện xoay chiều là sai ?
A. Không thể dùng để điện phân.
B. Cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại hai lần trong một chu kì.
C. Giá trị tức thời của cường độ dòng điện biến thiên điều hoà.
D. Cường độ dòng điện hiệu dụng tỉ lệ thuận với tần số của nó.

11. Cho mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)\,(V)$, lúc đó $Z_L = 2Z_C$ và điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở R là $U_R = 60$ V. Điện áp hai đầu cuộn dây là
A. 60 V.
B. 120 V.
C. 160 V.
D. 80 V.

12. Một mạch điện xoay chiều gồm một tụ điện C mắc nối tiếp với cuộn dây. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch $u = 100\sqrt{2}\sin(\omega t)\,(V)$ thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện C và cuộn dây lần lượt là $100\sqrt{2}$ V và 100 V. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch $I = \sqrt{2}$ A. Tính tần số góc ω, biết tần số dao động riêng là $\omega_0 = 100\sqrt{2}\pi$ rad/s.

A. $\omega = 50\pi$ rad/s.
B. $\omega = 60\pi$ rad/s.
C. $\omega = 50\sqrt{2}\pi$ rad/s.
D. $\omega = 100\pi$ rad/s.

13. Một mạch điện xoay chiều gồm một tụ điện C mắc nối tiếp với cuộn dây.

Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch $u = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$ (V) thì điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện C là $u_C = U\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V). Tỉ số $\frac{Z_L}{Z_C}$ là

A. 1. B. 2. C. $\frac{1}{3}$. D. $\frac{1}{2}$.

14. Trong đoạn mạch RLC nối tiếp. R = 40 Ω, cuộn dây có điện trở thuần $r = 20\ \Omega$ và độ tự cảm $L = \frac{1}{5\pi}$ H, tụ điện có điện dung thay đổi được. Đặt vào đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V). Điều chỉnh tụ điện C để điện áp hai đầu tụ điện là cực đại, giá trị điện áp cực đại đó là

A. 40 V. B. $40\sqrt{2}$ V. C. 80 V. D. $40\sqrt{10}$ V.

15. Hai cuộn dây (R_1, L_1) và (R_2, L_2) mắc nối tiếp với nhau. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng U. Gọi U_1, U_2 lần lượt là điện áp hiệu dụng trên cuộn dây (R_1, L_1) và (R_2, L_2). Điều kiện để $U = U_1 + U_2$ là

A. $L_1R_1 = L_2R_2$. B. $L_1L_2 = R_1R_2$. C. $\frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$. D. $\frac{L_1}{R_2} = \frac{L_2}{R_1}$.

16. Đặt một điện áp xoay chiều có $u = 20\sqrt{2}\sin(\omega t)$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm điện trở R = 7 Ω nối tiếp với một cuộn dây thì điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở R và hai đầu cuộn dây lần lượt là $U_1 = 7$ V và $U_2 = 15$ V. Cảm kháng của cuộn dây là

A. 12 Ω. B. 13 Ω. C. 9 Ω. D. 15 Ω.

17. Một mạch điện xoay chiều RLC nối tiếp, R thay đổi được. Điện áp đặt vào hai đầu đoạn mạch là $u = U_0\sin(\omega t)$ (V). Điều chỉnh biến trở R để công suất tiêu thụ trên biến trở đạt giá trị cực đại thì

A. cảm kháng phải lớn hơn dung kháng.

B. cường độ dòng điện trong mạch lệch pha $\frac{\pi}{4}$ so với điện áp.

C. giá trị điện trở lớn hơn dung kháng và cảm kháng.

D. hệ số công suất của đoạn mạch bằng 1.

18. Một mạch điện RC nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = U_0\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V) thì điện áp trên tụ điện C có biểu thức $u_C = U_{0C}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V). Tỉ số $\frac{R}{Z_C}$ là

A. $\sqrt{3}$. B. 1. C. $\sqrt{2}$. D. $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

19. Cho đoạn mạch RLC nối tiếp. Điện áp hai đầu đoạn mạch sớm pha hơn cường độ dòng điện trong mạch thì

A. $R > Z_L + Z_C$. B. $R > Z_L - Z_C$.

C. $\sqrt{R^2 + Z_L^2} < \sqrt{R^2 + Z_C^2}$. D. $\sqrt{R^2 + Z_L^2} > \sqrt{R^2 + Z_C^2}$.

20. Một đoạn mạch RL nối tiếp. Khi điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức là $u = 120\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V) thì dòng điện trong mạch có biểu thức là $i = 2\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)$ (A). Giá trị R, L tương ứng là

A. $R = 60\,\Omega, L = \frac{3}{5\pi}$ H. B. $R = 30\sqrt{2}\,\Omega, L = \frac{3\sqrt{2}}{5\pi}$ H.

C. $R = 60\sqrt{2}\,\Omega, L = \frac{6\sqrt{2}}{5\pi}$ H. D. $R = 30\,\Omega, L = \frac{6}{5\pi}$ H.

21. Cho mạch điện RLC nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều thì mạch xảy ra cộng hưởng. Kết luận nào sau đây là **sai** ?

A. Điện áp hiệu dụng trên điện trở R đạt giá trị cực đại.

B. Điện áp hiệu dụng hai đầu đoạn mạch khác với điện áp hiệu dụng trên R.

C. Điện áp hiệu dụng U_{RC} bằng điện áp hiệu dụng U_{RL}.

D. Hệ số công suất tiêu thụ của mạch đạt giá trị cực đại.

22. Một điện áp xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V) vào hai đầu đoạn mạch RLC nối tiếp có $L = \frac{1}{10\pi}$ H thì thấy điện áp hiệu dụng $U_L = U_C = \frac{U_R}{4}$.
Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

A. 360 W. B. 1 440 W. C. 180 W. D. 120 W.

23. Điều nào sau đây là đúng khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có điện trở thuần ?

A. Dòng điện qua điện trở và điện áp hai đầu điện trở luôn cùng pha.

B. Pha của dòng điện qua điện trở luôn bằng không.

C. Định luật ôm cho đoạn mạch là $I = R.U$

D. Nếu điện áp ở hai đầu điện trở có biểu thức $u = U_0\sin(\omega t + \varphi)$. thì biểu thức dòng điện qua điện trở là $i = I_0\sin\omega t$.

24. Điều nào sau đây là đúng khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có tụ điện thuần dung kháng ?

A. Tụ điện không cho dòng điện không đổi "đi qua", nhưng cho dòng điện xoay chiều "đi qua" nó.

B. Điện áp hai đầu tụ điện luôn trễ pha so với dòng điện qua tụ điện một góc $\frac{\pi}{2}$.
C. Dòng điện hiệu dụng qua tụ điện tính bởi biểu thức $I = \omega CU$.
D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

25. Điều nào sau đây là đúng khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn dây thuần cảm kháng ?
A. Điện áp hai đầu cuộn dây thuần cảm kháng luôn sớm pha hơn dòng điện qua cuộn dây một góc $\frac{\pi}{2}$.
B. Điện áp hai đầu cuộn dây thuần cảm kháng luôn trễ pha hơn dòng điện qua cuộn dây một góc $\frac{\pi}{2}$.
C. Dòng điện qua cuộn dây tính bởi biểu thức: $I = \omega LU$.
D. Cảm kháng của cuộn dây tỉ lệ với điện áp đặt vào nó.

26. Điều nào sau đây là đúng khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều có điện trở thuần mắc nối tiếp với tụ điện ?
A. Tổng trở của đoạn mạch tính bởi $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$.
B. Dòng điện luôn sớm pha hơn so với điện áp hai đầu đoạn mạch.
C. Điện năng chỉ tiêu hao trên điện trở mà không tiêu hao trên tụ điện.
D. Cả A, B và C đều đúng.

27. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều có điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm kháng ?
A. Tổng trở của đoạn mạch tính bởi : $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$.
B. Dòng điện luôn sớm pha hơn so với điện áp hai đầu đoạn mạch.
C. Điện năng tiêu hao trên cả điện trở lẫn cuộn dây.
D. Dòng điện tức thời qua điện trở và qua cuộn dây là như nhau còn giá trị hiệu dụng thì khác nhau.

28. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều có điện trở thuần mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm kháng ?
A. Điện áp hai đầu đoạn mạch lệch pha so với dòng điện trong mạch một góc φ tính bởi : $\tan\varphi = \frac{\omega L}{R}$.
B. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là : $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$.
C. Dòng điện có thể sớm pha hơn điện áp nếu giá trị điện trở R rất lớn so với cảm kháng Z_L.
D. Dòng điện luôn trễ pha hơn điện áp hai đầu đoạn mạch.

29. Điều nào sau đây là đúng khi nói về đoạn mạch điện xoay chiều có tụ điện mắc nối tiếp với cuộn dây thuần cảm kháng ?

A. Điện áp hai đầu đoạn mạch luôn lệch pha so với dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$.

B. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch tính bởi : $I = \frac{U}{\sqrt{Z_L^2 + Z_C^2}}$,

trong đó : $Z_L = \omega L$; $Z_C = \frac{1}{\omega C}$.

C. Dòng điện luôn sớm pha hơn điện áp hai đầu cuộn dây một góc $\frac{\pi}{2}$.

D. Dòng điện luôn trễ pha hơn điện áp hai đầu tụ điện một góc $\frac{\pi}{2}$.

30. Kết luận nào sau đây là đúng ứng với trường hợp $\omega L > \frac{1}{\omega C}$?

A. Cường độ dòng điện trễ pha hơn điện áp hai đầu đoạn mạch.

B. Điện áp hai đầu điện trở thuần đạt giá trị cực đại.

C. Hệ số công suất $\cos\varphi > 1$.

D. Trong mạch có hiện tượng cộng hưởng.

31. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi trong mạch R, L và C mắc nối tiếp xảy ra cộng hưởng điện ?

A. Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch có giá trị cực đại.

B. Cường độ dòng điện qua mạch cùng pha với điện áp giữa hai đầu mạch.

C. Điện áp hiệu dụng giữa hai bản tụ điện và giữa hai đầu cuộn cảm có giá trị bằng nhau.

D. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch có giá trị không phụ thuộc điện trở R.

32. Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần R nối tiếp với một cuộn dây có điện trở hoạt động R_0 và hệ số tự cảm L được mắc vào điện áp xoay chiều $u = U_0 \sin\omega t$. Kết luận nào sau đây là đúng ?

A. Điện áp giữa hai đầu cuộn dây sớm pha hơn dòng điện trong mạch một góc $\varphi \neq \frac{\pi}{2}$.

B. Điện áp giữa hai đầu điện trở R luôn cùng pha với dòng điện trong mạch.

C. Điện áp giữa hai đầu cuộn dây sớm pha hơn điện áp hai đầu điện trở.

D. Cả A, B và C đều đúng.

33. Một đoạn mạch gồm một điện trở thuần R nối tiếp với một cuộn dây có điện trở hoạt động R_0 và hệ số tự cảm L được mắc vào điện áp xoay chiều $u = U_0 \sin\omega t$. Kết luận nào trong các kết luận sau đây là **sai** ?

A. Cuộn dây không tiêu thụ công suất.

B. Hệ số công suất của mạch : $\cos\varphi = \dfrac{U_0}{\sqrt{(R+R_0)^2+(\omega L)^2}}$.

C. Cường độ dòng điện trong mạch là : $I = \dfrac{R}{\sqrt{(R+R_0)^2+(\omega L)^2}}$.

D. Các kết luận A, B và C đều sai.

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 34 và 35.***

Đặt vào hai đầu mạch điện chứa điện trở R = 100 Ω một điện áp xoay chiều $u = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$(V).

34. Biểu thức cường độ dòng điện qua điện trở R là

A. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{2\pi}{3}\right)$(A). B. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$(A).

C. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)$(A). D. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{3}\right)$(A).

35. Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R sau thời gian t = 5 phút là

A. Q = 30 kJ. B. Q = 300 kJ.

C. Q = 60 kJ. D. Q = 3 kJ.

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 36 và 37.***

Đặt vào hai đầu đoạn mạch chứa tụ điện $C = \dfrac{10^{-4}}{\pi}$ F một điện áp xoay chiều $u = U_0\sin(\omega t)$ thì dòng điện tức thời trong đoạn mạch là i. Tại các thời điểm t_1, t_2 thì giá trị tức thời của điện áp, cường độ dòng điện tương ứng là $u_1 = 100\sqrt{2}$ V, $i_1 = -\sqrt{2}$ A và $u_2 = -100$ V, $i_1 = -\sqrt{3}$ A.

36. Giá trị U_0 là

A. $U_0 = 100$ V. B. $U_0 = 200$ V.

C. $U_0 = 200\sqrt{2}$ V. D. $U_0 = 100\sqrt{2}$ V.

37. Giá trị ω là

A. ω = 100π rad/s. B. ω = 200π rad/s.

C. ω = 50π rad/s. D. $\omega = 100\sqrt{2}\pi$ rad/s.

38. Cho mạch điện RL nối tiếp, đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều có biểu thức $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V). Dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 2\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \dfrac{\pi}{6}\right)$(A). Các giá trị R, L là :

A. $R = 50\,\Omega, L = \dfrac{1}{2\pi}$ H. B. $R = 50\,\Omega; L = \dfrac{1}{\pi}$ H.

C. $R = 50\sqrt{3}\,\Omega, L = \frac{1}{\pi}$ H. D. $R = 50\sqrt{3}\,\Omega, L = \frac{1}{2\pi}$ H.

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 39, 40 và 41.***

Cho đoạn mạch RC nối tiếp, $R = 100\sqrt{3}\,\Omega$, $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

39. Biểu thức cường độ dòng điện i là

A. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (A). B. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

C. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A). D. $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (A).

40. Biểu thức điện áp u_R là

A. $u_R = 100\sqrt{3}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V). B. $u_R = 100\sqrt{3}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ (V).

C. $u_R = 100\sqrt{6}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (V). D. $u_R = 100\sqrt{6}\sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right)$ (V).

41. Biểu thức điện tích trên bản tụ điện C là

A. $q = Cu_C = \frac{\sqrt{2}.10^{-2}}{\pi}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (C). B. $q = Cu_C = \frac{\sqrt{2}.10^{-2}}{\pi}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (C).

C. $q = Cu_C = \frac{\sqrt{2}.10^{-6}}{\pi}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (C). D. $q = Cu_C = \frac{\sqrt{2}.10^{-4}}{\pi}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (C).

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 42, 43 và 44.***

Cho mạch điện LC nối tiếp, $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp xoay chiều thì cường độ dòng điện trong mạch là $i = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ (A).

42. Biểu thức điện áp u_C là

A. $u_C = 400\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V). B. $u_C = 400\sin\left(100\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

C. $u_C = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V). D. $u_C = 400\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

43. Biểu thức điện áp u_L là

A. $u_L = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V). B. $u_L = 200\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

C. $u_L = 400\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V). D. $u_L = 100\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

44. Biểu thức điện áp u là

A. $u = 400\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V). B. $u = 400\sin\left(100\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

C. $u = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V). D. $u = 200\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

• ***Sử dụng dữ kiện sau đây để trả lời các câu 45 và 46.***

Cho mạch điện RLC nối tiếp. $L = \frac{1}{\pi}$ H, $C = \frac{10^{-4}}{2\pi}$ F, điện trở R thay đổi được. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều có biểu thức là $u = 200\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V).

45. Các giá trị điện trở R để công suất của mạch $\mathscr{P} = 160$ W là

A. $R_1 = 100\,\Omega, R_2 = 50\,\Omega$. B. $R_1 = 200\,\Omega, R_2 = 100\,\Omega$.

C. $R_1 = 300\,\Omega, R_2 = 100\,\Omega$. D. $R_1 = 200\,\Omega, R_2 = 50\,\Omega$.

46. Giá trị R để công suất của mạch là cực đại là

A. $R = 200\,\Omega$. B. $R = 50\,\Omega$. C. $R = 100\,\Omega$. D. $R = 400\,\Omega$.

47. Cho đoạn mạc RLC nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch điện áp xoay chiều $u = 120\sin(100\pi t)$ (V). Điện áp $U_{RL} = 100$ V, $U_C = 20$ V,

Giá trị điện áp hiệu dụng U_L là

A. $U_L = 60$ V. B. $U_L = 80$ V. C. $U_L = 100$ V. D. $U_L = 40$ V.

ĐÁP ÁN

1C	2D	3D	4D	5A	6B	7D	8C	9A	10D
11C	12D	13D	14D	15C	16A	17B	18A	19D	20
21B	22A	23A	24D	25A	26D	27C	28C	29A	30A
31D	32D	33D	34C	35A	36B	37A	38D	39B	40C
41A	42A	43B	44C	45D	46C	47B			

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn C. Điện áp hai đầu đoạn mạch :

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{36^2 + (72 - 24)^2} = 60\text{ (V)}.$$

2. Chọn D. $Z_L = 100\,\Omega$, do cộng hưởng điện nên :

$$Z_C = Z_L = 100\,\Omega \Rightarrow C = \frac{10^{-4}}{\pi}\text{ F}.$$

Công suất trên điện trở R cực đại, vì vậy ta có :

$$\mathscr{P}_{R\max} = I^2_{\max}R = \frac{U^2R}{(R+r)^2} = \frac{100^2R}{(R+50)^2} = 50 \Rightarrow R = 50\,\Omega.$$

4. Chọn D. $Z_C = \dfrac{1}{2\pi fC}$, khi tần số tăng thì Z_C giảm nên $I = \dfrac{U}{\sqrt{R^2+Z_C^2}}$ tăng.

Do đó, công suất toả nhiệt trên điện trở $\mathscr{P} = I^2R$ tăng.

5. Chọn A. Công suất tiêu thụ của mạch : $\mathscr{P} = UI\cos\varphi = 100.\sqrt{2}\cos\dfrac{\pi}{4} = 100\,(\mathrm{W})$.

8. Chọn C. Ta có : $\tan\dfrac{\pi}{4} = 1 = \dfrac{Z_L}{R} \Rightarrow R = Z_L \Rightarrow Z = \sqrt{R^2+Z_L^2} = \sqrt{2}R$.

$$\Rightarrow Z = \sqrt{2}R = \frac{U}{I} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2}\,\Omega \Rightarrow R = Z_L = 50\,\Omega,\ L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{1}{2\pi}\,\mathrm{H}.$$

9. Chọn A. Điện áp trên cuộn dây thuần cảm sớm pha hơn điện áp một góc $\dfrac{\pi}{2}$.

11. Chọn C. Do $Z_L = 2Z_C$ nên $U_L = 2U_C$. Điện áp của mạch :

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{60^2 + \left(U_L - \frac{U_L}{2}\right)^2} = 100 \Rightarrow U_L = 160\,\mathrm{V}.$$

12. Chọn D. Theo bài ra ta có : $Z_C = \dfrac{U_C}{I} = \dfrac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100\,(\Omega)$; (1)

$$Z_{RL}^2 = R^2 + Z_L^2 = \frac{U_{RL}^2}{I^2} = 2.50^2 ; \quad (2)$$

$$Z^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + Z_L^2 - 2Z_LZ_C + Z_C^2 = \frac{U^2}{I^2} = 2.50^2. \quad (3)$$

Giải hệ phương trình (1), (2) và (3) ta có : $R = Z_L = 50\,\Omega$.

Ta có : $\dfrac{Z_L}{Z_C} = \dfrac{50}{100} = \dfrac{1}{2} = \omega^2LC = \dfrac{\omega^2}{\omega_0^2} \Rightarrow \omega = \dfrac{\omega_0}{\sqrt{2}} = 100\pi\,(\mathrm{rad/s})$.

13. Chọn D. Theo bài ra, dòng điện trong mạch sớm pha hơn điện áp một góc $\dfrac{\pi}{3}$.

$$\tan\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{U_L - U_C}{U_R} \Rightarrow \sqrt{3}(U_C - U_L) = U_R.$$

Điện áp mạch : $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = 2(U_C - U_L) = U \Rightarrow U_L = \dfrac{U}{2}$.

Do đó tỉ số : $\dfrac{Z_L}{Z_C} = \dfrac{U_L}{U_C} = \dfrac{1}{2}$.

14. Chọn D. Cảm kháng của cuộn dây : $Z_L = L\omega = 20\,(\Omega)$.

Điện áp cực đại trên tụ điện :

$$U_{C\max} = \frac{U\sqrt{(R+r)^2 + Z_L^2}}{R+r} = \frac{120\sqrt{(40+20)^2 + 20^2}}{40+20} = 40\sqrt{10}\ (V).$$

15. Chọn C. Điện áp : $\bar{U} = \bar{U}_1 + \bar{U}_2$ nên $U = U_1 + U_2$ khi hai vectơ $\bar{U}_1, \bar{U}_2$ cùng pha với nhau. Vì vậy, ta có : $\tan\varphi_1 = \frac{Z_{L_1}}{R_1} = \frac{Z_{L_2}}{R_2} = \tan\varphi_2 \Rightarrow \frac{L_1}{R_1} = \frac{L_2}{R_2}$.

16. Chọn A. Theo bài ra ta có : $U_R = U_1 = 7\ V$; (1)

$$U_2^2 = U_r^2 + U_L^2 = 15^2 \qquad (2)$$

$$U^2 = (U_R + U_r)^2 + U_L^2 = U_R^2 + 2U_RU_r + U_r^2 + U_L^2 = 20^2. \qquad (3)$$

Giải hệ ba phương trình ta được : $U_r = 9\ V$; $U_L = 12\ V$.

Mặt khác, ta có : $\frac{Z_L}{R} = \frac{U_L}{U_R} \Rightarrow Z_L = 12\ \Omega.$

17. Chọn B. Khi công suất tiêu thụ trên điện trở R là cực đại thì : $R = |Z_L - Z_C|$.

Độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện là :

$$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \pm 1 \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{4}.$$

18. Chọn A. Điện áp u_C trễ pha hơn dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$, vì vậy điện áp u trễ pha hơn dòng điện một góc $\frac{\pi}{6}$. Ta có : $\tan\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{\sqrt{3}} = -\frac{Z_C}{R} \Rightarrow \frac{R}{Z_C} = \sqrt{3}.$

19. Chọn D. Điện áp hai đầu đoạn mạch sớm pha hơn dòng điện thì :

$$Z_L > Z_C \text{ hay } \sqrt{R^2 + Z_L^2} > \sqrt{R^2 + Z_C^2}.$$

20. Chọn A. Độ lệch pha giữa u và i : $\tan\frac{\pi}{4} = \frac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow R = Z_L$.

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{2}R = \frac{120}{\sqrt{2}} = 60\sqrt{2} \Rightarrow R = Z_L = 60\ \Omega.$

Suy ra hệ số tự cảm của cuộn dây : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{3}{5\pi}\ (H).$

21. Chọn B. Khi cộng hưởng điện thì $U_R = U$.

22. Chọn A. Theo bài ra, ta có $U_L = U_C = \frac{U_R}{4}$, mạch cộng hưởng điện nên $U_R = U = 120\ V$.

Do đó : $U_L = \frac{U_R}{4} = 30\ V$, cảm kháng của cuộn dây $Z_L = L\omega = 10\ \Omega$.

Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{30}{10} = 3$ (A).

Công suất tiêu thụ của mạch : $\mathscr{P} = I.U_R = 3.120 = 360$ (W).

23. Chọn A. Chỉ có phát biểu A là đúng.

24. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

25. Chọn A. Chỉ có phát biểu A là đúng.

26. Chọn D. Các kết luận A, B và C đều đúng.

27. Chọn B. Các phát biểu A, C và D là đúng. Phát biểu B là sai, vì điện áp hai đầu cuộn cảm sớm pha so với cường độ dòng điện một góc $\frac{\pi}{2}$.

28. Chọn C. Các phát biểu A, B và D là đúng. Phát biểu C sai vì :
$\tan\varphi = \frac{\omega L}{R} > 0$, suy ra điện áp luôn sớm pha hơn dòng điện.

29. Chọn A. Các phát biểu B, C và D đều sai. Vì :

– Cường độ dòng điện hiệu dụng trong mạch là : $I = \frac{U}{\sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$.

– Dòng điện trễ pha hơn điện áp hai đầu cuộn dây một góc $\frac{\pi}{2}$ và sớm pha hơn điện áp hai đầu tụ điện một góc $\frac{\pi}{2}$.

Phát biểu A đúng.

30. Chọn A. Các kết luận B, C và D đều sai. Kết luận A đúng.

31. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.
Phát biểu D sai vì khi có cộng hưởng thì $I = \frac{U}{R}$.

32. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều chính xác.

33. Chọn D. Cuộn dây có điện trở hoạt động R_0 nên nó có tiêu thụ công suất.
Hệ số công suất của mạch tính bởi : $\cos\varphi = \frac{R + R_0}{\sqrt{(R + R_0)^2 + (\omega L)^2}}$.

Cường độ dòng điện trong mạch tính bởi : $I = \frac{U}{\sqrt{(R + R_0)^2 + (\omega L)^2}}$.

34. Chọn C. Cường độ dòng điện hiệu dụng : $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{100} = 1$ (A).
Dòng điện trong mạch cùng pha với điện áp do đó biểu thức dòng điện qua

điện trở R. Do đó : $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (A).

35. Chọn A. Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R là :

$$Q = \mathscr{P}.t = I^2Rt = 1^2.100.5.60 = 30\,000\ (J) = 30\ (kJ).$$

36. Chọn B. Biểu thức dòng điện qua tụ điện là :

$$i = I_0\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0\cos(\omega t) \Rightarrow \frac{i}{I_0} = \cos(\omega t).$$

Từ đó ta có : $\left(\frac{u}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 = \sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t) = 1.$

Tại các thời điểm t_1, t_2 ta có : $\begin{cases} \left(\frac{100\sqrt{2}}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{-\sqrt{2}}{I_0}\right)^2 = 1 \\ \left(\frac{-100}{U_0}\right)^2 + \left(\frac{-\sqrt{3}}{I_0}\right)^2 = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_0 = 200\text{ V} \\ I_0 = 2\text{ A.} \end{cases}$

37. Chọn A. Điện dung của tụ điện : $Z_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{200}{2} = 100\ (\Omega).$

Tần số của dòng điện : $\omega = \frac{1}{Z_C C} = \frac{1}{100.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\pi$ (rad/s).

38. Chọn D. Điện áp sớm pha hơn dòng điện một góc $\frac{\pi}{3}$ nên ta có :

$$\tan\frac{\pi}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{Z_L}{R} \Rightarrow R = \sqrt{3}Z_L.$$

Tổng trở của mạch :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{3.Z_L^2 + Z_L^2} = 2Z_L = \frac{U}{I} = \frac{200}{2} = 100\ (\Omega).$$

Hay $\quad Z_L = 50 \Rightarrow L = \frac{1}{2\pi}$ H và $R = 50\sqrt{3}\ \Omega.$

39. Chọn B. Ta có : $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\ (\Omega).$

$$\tan\varphi = \frac{Z_C}{R} = \frac{100}{100\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}.$$

Tổng trở của mạch : $Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{3.100^2 + 100^2} = 200\ (\Omega).$

Cường độ dòng điện hiệu dụng là : $I = \frac{U}{Z} = \frac{200}{200} = 1$ (A).

Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch : $i = \sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (A).

40. Chọn C. Ta có : $U_R = I.R = 1.100\sqrt{3} = 100\sqrt{3}$ (V).
Điện áp trên điện trở R cùng pha với dòng điện.

$$u_R = 100\sqrt{6}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(V).$$

41. Chọn A. Điện áp hiệu dụng : $U_C = I.Z_C = 1.100 = 100$ (V).

Điện áp trên tụ điện trễ pha hơn cường độ dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$,

do đó : $u_C = 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (V).

Biểu thức điện tích trên tụ điện : $q = C.u_C = \frac{\sqrt{2}.10^{-2}}{\pi}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (C).

42. Chọn A. Ta có : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\,(\Omega)$;

$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100\pi.\frac{10^{-4}}{2\pi}} = 200\,(\Omega)$; $U_{0C} = I_0 Z_C = 2.200 = 400$ (V).

Biểu thức điện áp u_C : $u_C = 400\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

43. Chọn B. Ta có : $U_{0L} = I_0 Z_L = 2.100 = 200$ (V).

Biểu thức điện áp u_L : $u_L = 200\sin\left(100\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$ (V).

44. Chọn C. Tổng trở : $Z = |Z_L - Z_C| = |200 - 100| = 100\,(\Omega)$.
Điện áp cực đại : $U_0 = I.Z = 2.100 = 200$ (V).
Do $Z_L < Z_C$ nên điện áp hai đầu đoạn mạch trễ pha hơn dòng điện trong mạch một góc $\frac{\pi}{2}$. Biểu thức điện áp u là : $u = 200\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$ (V).

45. Chọn D. $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{2\pi}.100\pi} = 200\,(\Omega)$; $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi}.100\pi = 100\,(\Omega)$;

Công suất tiêu thụ của mạch :

$$\mathcal{P} = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \Leftrightarrow R^2 - \frac{U^2}{P}R + (Z_L - Z_C)^2 = 0$$

Thay số ta được : $R^2 - 250R + 10000 = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} R_1 = 200\,\Omega \\ R_2 = 50\,\Omega. \end{array}\right.$

46. Chọn C. Xuất phát từ biểu thức công suất tiêu thụ của mạch :

$$\wp = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}.$$

Do $R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2\sqrt{R.\dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}} = 2|Z_L - Z_C|$ nên công suất của mạch cực đại khi $R = |Z_L - Z_C| = 100\,(\Omega)$.

47. Chọn B. Theo bài ra ta có : $U_C = 20\,V$; (1)

$$U_{RL}^2 = U_R^2 + U_L^2 = 100^2 ; \quad (2)$$

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = U_R^2 + U_L^2 - 2U_LU_C + U_C^2 = 2.60^2. \quad (3)$$

Thay (1) và (2) vào (3) ta có :

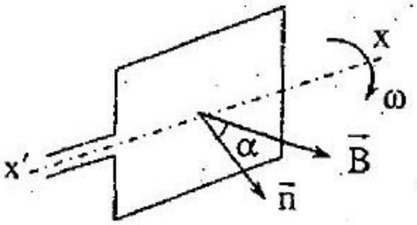
$$100^2 - 2.20.U_L + 20^2 = 2.60^2 \Rightarrow U_L = 80\,V.$$

Chủ đề 2

MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Nguyên lí tạo ra dòng điện xoay chiều



- Một khung dây kim loại diện tích S gồm N vòng dây quay đều quanh trục đối xứng x'x của nó trong một từ trường đều $\vec{B}$ có phương vuông góc với trục x'x. Tốc độ góc của khung quay là ω.
- Lúc t = 0, vectơ pháp tuyến của khung quay $\vec{n}$ hợp với $\vec{B}$ một góc $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$. Đến thời điểm t thì góc hợp bởi $(\vec{n}, \vec{B}) = \omega t + \alpha$.
- Từ thông gửi qua khung dây : $\varphi = NBS\cos(\omega t + \alpha)$.
- Suất điện động cảm ứng : Do từ thông gửi qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian nên trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng :

$$e = -\Phi' = \omega NBS\sin(\omega t + \alpha) = E_0\sin(\omega t + \alpha),$$

trong đó $E_0 = \omega NBS$ là suất điện động cực đại.

2. Máy phát điện xoay chiều một pha

- Nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ đã được trình bày trong mục 1.

- Cấu tạo gồm các bộ phận chính : Bộ góp, phần cảm, phần ứng.
- Nếu máy có p cặp cực, quay với tốc độ n vòng/phút thì tần số dòng điện :

$$f = \frac{np}{60}\text{ Hz.}$$

3. Máy phát điện xoay chiều ba pha

- Nguyên tắc hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Cấu tạo gồm hai phần :

- Rôto làm phần cảm là một nam châm điện.

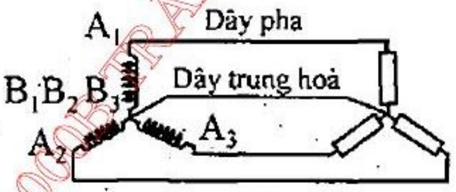
- Stato làm phần ứng gồm ba cuộn dây giống nhau, được đặt lệch nhau 120° trên một giá tròn.

- Nếu nối ba cuộn dây với ba mạch ngoài hoàn toàn giống nhau thì ba dòng suất điện động trong ba cuộn dây cùng lệch pha nhau 120°. Có các biểu thức :

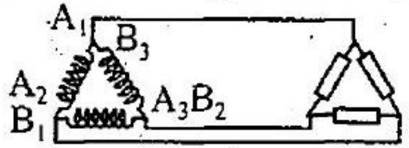
$$e_1 = E_0\cos(\omega t);\ e_2 = E_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\ e_3 = E_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right).$$

$$i_1 = I_0\sin(\omega t);\ i_2 = I_0\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right);\ i_3 = I_0\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right).$$

- ***Các cách mắc mạch điện ba pha :***



a)



b)

- Cách mắc hình sao : Các tải tiêu thụ cũng được mắc theo hình sao. Nếu ba tải hoàn toàn giống nhau thì dòng điện qua dây trung hoà $i = i_1 + i_2 + i_3 = 0$. Thực tế các tải không giống nhau nên $i \neq 0$.

Gọi U_p là điện áp giữa dây pha và dây trung hoà gọi là điện áp pha, U_d là điện áp giữa hai dây pha gọi là điện áp dây.

Ta có hệ thức : $\mathbf{U_d = \sqrt{3}U_p}$.

- Cách mắc tam giác : Các tải tiêu thụ được mắc theo kiểu tam giác. Trong cách mắc tam giác không có dây trung hoà nên các tải phải mắc đối xứng.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Phương pháp giải

1. Từ thông gửi qua một khung dây có diện tích S *gồm* N *vòng dây quay đều với tốc độ góc* ω *quanh trục* x'x *trong một từ trường đều* $\vec{B} \perp x'x$ *ở thời điểm* t *là :*

$$\Phi = NBS\cos(\omega t + \alpha) = \Phi_{max}\cos(\omega t + \alpha)$$

Từ thông cực đại gửi qua khung dây là : $\Phi_{max} = NBS$.

Từ thông gửi qua khung dây ở thời điểm $t = 0$ *là :*

$$\Phi_0 = NBS\cos(\alpha) = \Phi_{max}\cos(\alpha).$$

2. *Biểu thức suất điện động trong khung dây :*

$$e = -\Phi' = \omega NBS\sin(\omega t + \alpha) = E_0\sin(\omega t + \alpha)$$

với $E_0 = \omega NBS = \omega\Phi_{max}$.

3. *Nếu máy phát điện một pha có* p *cặp cực và dòng điện có tần số* f, *từ thông cực đại gửi qua mỗi cuộn dây là* Φ_{max} *thì suất điện động cực đại tính theo công thức :*

$$E_0 = 2\pi f.2p.\Phi_{max} = 4\pi f.p.\Phi_{max}.$$

4. *Nếu máy có* p *cặp cực, quay với tốc độ* n *vòng/phút thì tần số dòng điện là :*

$$f = \frac{np}{60}.$$

Ví dụ 1. Một cuộn dây kim loại gồm N = 2 000 vòng giây, mỗi vòng giây có diện tích S = 500 cm^2 được đặt trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B} \perp x'x$, $B = 2.10^{-2}$ T. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$ thì $(\vec{B},\vec{n}) = \alpha = \frac{\pi}{3}$.

a) Tính từ thông cực đại, từ thông ban đầu gửi qua cuộn dây.

b) Cuộn dây quay xung quanh trục x'x với tốc độ 3 000 vòng/phút. Viết biểu thức từ thông, biểu thức suất điện động ở thời điểm t.

Giải

a) Từ thông cực đại gửi qua cuộn dây :

$$\Phi_{max} = NBS = 2000.2.10^{-2}.500.10^{-4} = 2\ (\text{Wb}).$$

Từ thông ban đầu gửi qua cuộn dây : $\Phi_0 = \Phi_{max}\cos\alpha = 2.\cos\frac{\pi}{3} = 1\ (\text{Wb})$.

b) Tốc độ góc : $\omega = 3\ 000$ vòng/phút $= \dfrac{3\ 000.2\pi}{60} = 100\pi$ (rad/s).

Biểu thức từ thông gửi qua cuộn dây ở thời điểm t :

$$\Phi = \Phi_{max}\cos(\omega t + \alpha) = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{Wb}).$$

Biểu thức suất điện động : $e = -\Phi' = 200\pi\sin\left(100\pi t + \dfrac{\pi}{3}\right)(\text{V})$.

Ví dụ 2. Một máy phát điện mà phần cảm gồm 6 cặp cực và phần ứng gồm 6 cặp cuộn dây mắc nối tiếp, phát ra dòng điện xoay chiều mà suất điện động hiệu dụng 220 V và tần số 50 Hz.

a) Tính tốc độ quay của rôto.

b) Tính số vòng dây của mỗi cuộn dây trong phần ứng, biết từ thông cực đại qua mỗi vòng giây là 0,475 mWb.

Giải

a) Tần số dòng điện : $f = \frac{np}{60} \Rightarrow n = \frac{60f}{p}$ Hz.

Tốc độ quay của rôto là : $n = \frac{60.50}{6} = 500$ vòng/phút.

b) Suất điện động cực đại : $E_0 = 2\pi f.2p.N\Phi_{max}$.

Số vòng dây của mỗi cuộn dây là :

$$N = \frac{E_0}{4\pi.f.p.\Phi_{max}} = \frac{220\sqrt{2}}{4\pi.50.4.4,75.10^{-4}} \approx 260 \text{ vòng dây.}$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một máy phát điện xoay chiều có rôto quay với tốc độ 300 vòng/phút.

a) Tính tần số dòng điện nó phát ra nếu nó có 6 cặp cực.

b) Nếu có 4 cặp cực thì rôto phải quay với tốc độ bằng bao nhiêu để dòng điện nó phát ra có tần số 50 Hz ?

Bài 2. Một khung dây hình chữ nhật, có diện tích 400 cm^2, gồm 200 vòng dây, được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ 0,1 T. Trục đối xứng của khung dây vuông góc với từ trường. Khung dây quay quanh trục đối xứng đó với tốc độ 2 400 vòng/phút. Chọn thời điểm t = 0 là lúc mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường sức từ.

a) Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng trong khung dây.

b) Suất điện động tại t = 4 s kể từ thời điểm ban đầu bằng bao nhiêu ?

c) Nếu bỏ qua điện trở của khung dây thì điện áp hai đầu khung dây bằng bao nhiêu ?

Bài 3. Một cuộn dây dẹt hình chữ nhật có tiết diện S = 500 cm^2 gồm 1 000 vòng dây, điện trở không đáng kể, quay với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục đi qua tâm và song song với một cạnh. Cuộn dây đặt trong từ trường có cảm ứng từ B = 0,1 T vuông góc với trục quay.

a) Tính từ thông cực đại gửi qua cuộn dây.

b) Giả sử tại thời điểm ban đầu, mặt phẳng khung dây vuông góc với cảm ứng từ $\vec{B}$. Viết biểu thức suất điện động xuất hiện trong cuộn dây.

Bài 4. Một khung dây dẹt hình chữ nhật gồm 1000 vòng, có điện trở không đáng kể. Diện tích mỗi vòng là 60 cm^2. Khung dây quay đều với tốc độ 50 vòng/s xung quanh trục đối xứng của nó đi qua trung điểm hai cạnh đối diện, trong từ trường đều có các đường sức từ vuông góc với trục quay của khung. Tại thời điểm ban đầu mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường sức từ. Suất điện động do khung tạo ra là E = 200 V. Tính độ lớn cảm ứng từ B.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. a) Tần số dòng điện : $f = \frac{np}{60} = \frac{300.6}{60} = 30$ (Hz).

b) Có 4 cặp cực : $f = \frac{np}{60} = \frac{4n}{60} = 50$ (Hz) $\Rightarrow n = 750$ vòng/phút.

Bài 2. a) Biểu thức suất điện động cảm ứng trong khung dây có dạng :

$$\Phi = NSB\cos(\omega t + \varphi).$$

Chọn t = 0 là lúc khung dây vuông góc với từ trường $\varphi = 0$.

Suất điện động : $e = -\Phi' = \omega NSB\sin\omega t$

$$= 80\pi.200.400.10^{-4}0,1\sin(80\pi t) = 64\pi\sin(80\pi t)\ (V).$$

b) Tại thời điểm t = 4 s : $e = 64\pi\sin(80\pi.4) = 0$.

c) Nếu bỏ qua điện trở của khung dây thì điện áp hai đầu khung dây là :

$$u = e = 64\pi\sin(80\pi t)\ (V).$$

Bài 3. a) Từ thông cực đại : $\Phi_{max} = NBS = 1000.0,1.500.10^{-4} = 5$ (Wb).

b) Suất điện động : $e = -\Phi' = \omega\Phi_{max}\sin(\omega t) = 500\pi\sin(100\pi t)$ (V).

Bài 4. Từ thông qua mỗi vòng dây : $\Phi_1 = BS\cos(\omega t + \varphi)$. Ban đầu mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường cảm ứng từ, nên $\varphi = 0$. Vì vậy, suất điện động trong mỗi vòng dây : $e_1 = -\Phi_1' = BS\omega\sin\omega t$. Suất điện động của khung : $u = e = N.e_1$. Suy ra : $E = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$. Độ lớn cảm ứng từ : $B = \frac{E\sqrt{2}}{NS\omega}$.

Thay số ta được : B = 0,15 T.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Trong các máy phát điện xoay chiều có công suất lớn, người ta chế tạo chúng sao cho :
   A. Stato là phần ứng, rôto là phần cảm.
   B. Stato là phần cảm, rôto là phần ứng.
   C. Stato là nam châm vĩnh cửu lớn.
   D. Rôto là nam châm vĩnh cửu lớn.

2. Cách tạo ra dòng điện xoay chiều nào sau đây là phù hợp với nguyên tắc của máy phát điện xoay chiều ?

A. Làm cho từ thông qua khung dây biến thiên điều hòa.
B. Cho khung dây chuyển động tịnh tiến trong một từ trường đều.
C. Cho khung dây quay đều trong một từ trường đều quanh một trục cố định nằm song song với các đường sức từ.
D. Cả A , B và C đều đúng.

Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về cấu tạo của máy phát điện xoay chiều một pha ?
A. Hai vành khuyên phải nối cố định với hai đầu khung dây và quay đồng trục với khung dây.
B. Các cuộn dây trong máy phát điện được mắc nối tiếp với nhau.
C. Phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm, phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng.
D. Cả A, B và C đều đúng.

Điều nào sau đây là đúng khi nói về dòng điện xoay chiều ba pha ?
A. Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống của ba dòng điện xoay chiều một pha.
B. Mỗi dòng điện xoay chiều trong hệ thống dòng điện xoay chiều ba pha đều có cùng biên độ, cùng tần số.
C. Các dòng điện xoay chiều trong hệ thống dòng điện xoay chiều ba pha luôn lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{3}$.
D. Các dòng điện xoay chiều trong hệ thống dòng điện xoay chiều ba pha phải được sử sụng đồng thời, không thể tách riêng được.

Điều nào sau đây là đúng khi nói về cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều ba pha ?
A. Máy phát điện xoay chiều ba pha hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
B. Trong máy phát điện xoay chiều ba pha có ba cuộn dây giống nhau, bố trí lệch nhau $\frac{1}{3}$ vòng tròn trên stato.
C. Các cuộn dây của máy phát điện xoay chiều ba pha có thể mắc theo kiểu hình sao hoặc hình tam giác một cách tùy ý.
D. Cả A, B và C đều đúng.

Điều nào sau đây là đúng khi nói về điện áp pha và điện áp dây.
A. Trong mạng ba pha hình sao, điện áp giữa hai đầu mỗi cuộn dây trong stato gọi là điện áp pha.
B. Trong mạng điện ba pha tam giác, điện áp giữa hai đầu mỗi cuộn dây trong stato cũng gọi là điện áp pha.
C. Trong mạng điện ba pha hình sao, điện áp giữa hai dây pha gọi là điện áp dây.
D. Cả A, B và C đều đúng.

7. Trong cách mắc dòng điện ba pha theo kiểu tam giác, các tải đối xứng và cũng mắc theo kiểu tam giác. Giá trị biên độ của dòng điện chạy trên ba dây pha nối từ nguồn đến tải là I_0. Nếu cắt ba dây pha này thì biên độ của dòng điện trong mạch vòng của ba cuộn dây trong máy phát

A. bằng I_0. B. lớn hơn I_0.

C. nhỏ hơn I_0 và lớn hơn 0. D. bằng 0.

8. Trong mạng điện xoay chiều ba pha, khi

A. mắc hình tam giác thì điện áp pha nhỏ hơn điện áp dây.

B. mắc hình tam giác thì điện áp pha bằng điện áp dây.

C. mắc hình sao thì điện áp pha bằng điện áp dây.

D. mắc hình sao thì điện áp pha lớn hơn điện áp dây.

9. Một máy phát điện xoay chiều một pha có rôto quay với tốc độ 300 vòng/phút, trong máy có 10 cặp cực từ thì dòng điện phát ra có tần số

A. 50 Hz. B. 10 Hz. C. 20 Hz. D. 100 Hz.

10. Một máy phát điện xoay chiều một pha phát ra dòng điện có tần số 60 Hz và rôto quay với tốc độ góc 4π rad/s, số cặp cực từ trong máy là

A. 5 cặp. B. 6 cặp. C. 10 cặp. D. 12 cặp.

ĐÁP ÁN

1A	2A	3D	4B	5D	6D	7B	8A	9A	10C

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn A. Phần cảm là rôto, phần ứng là stato.

2. Chọn A. Làm cho từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà.

3. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

4. Chọn B.

5. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

6. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

7. Chọn B.

8. Chọn A. Vì tải đối xứng, dòng điện trong dây pha I_0. Nếu cắt ba dây pha thì dòng điện cực đại trong mỗi pha là : $0 < I'_0 < I_0$.

9. Chọn A. Tần số dòng điện : $f = \frac{np}{60} = \frac{300.10}{60} = 50\,(\text{Hz})$.

10. Chọn C. Tần số dòng điện $f = \frac{np}{60} \Rightarrow p = \frac{60.f}{n} = \frac{60.60}{6.60} = 10$ cặp.

Chủ đề 3

ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA MÁY BIẾN ÁP - TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Động cơ không đồng bộ ba pha

• ***Nguyên tắc hoạt động :*** Điện năng của dòng điện xoay chiều được biến thành cơ năng nhờ các động cơ điện xoay chiều. Động cơ không đồng bộ ba pha là loại thông dụng nhất hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.

• ***Từ trường quay của dòng điện ba pha :*** Từ trường quay được tạo ra bằng cách cho dòng điện ba pha chạy vào ba nam châm điện đặt lệch nhau 120° trên một vòng tròn. Cách bố trí các cuộn dây tương tự như máy phát điện ba pha, nhưng trong động cơ điện, người ta đưa dòng điện từ ngoài vào các cuộn dây.

• ***Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha*** gồm hai phần chính : *Stato* và *rôto*.

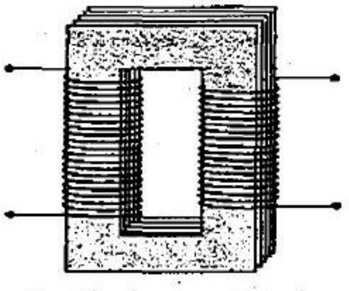
- Stato gồm các cuộn dây của ba pha điện quấn trên các lõi sắt bố trí trên một vành tròn để tạo ra từ trường quay.
- Rôto hình trụ có tác dụng giống như một cuộn dây quấn trên lõi thép.

2. Máy biến áp

• ***Nguyên tắc hoạt động :*** Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Máy biến áp là thiết bị cho phép làm biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều (không làm thay đổi tần số của dòng điện).

• ***Cấu tạo*** gồm hai bộ phận chính :

- *Lõi thép :* làm từ nhiều lá thép mỏng (kĩ thuật điện) hình khung rỗng ghép cách điện với nhau.
- *Hai cuộn dây :* làm bằng đồng, điện trở rất nhỏ, quấn trên lõi thép. Số vòng của hai cuộn dây là khác nhau. Cuộn dây nối với mạng điện xoay chiều gọi là cuộn sơ cấp. Cuộn dây nối với tải tiêu thụ gọi là cuộn thứ cấp.

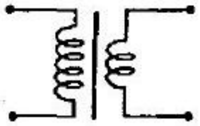


Sơ đồ cấu tạo máy biến

• Sự biến đổi điện áp và dòng điện qua máy biến áp :

- Xét một máy biến áp có cuộn sơ cấp gồm N_1 vòng dây và cuộn thứ cấp có N_2 vòng dây.
- Khi nối cuộn sơ cấp với mạng điện xoay chiều có điện áp U_1 thì ở hai đầu cuộn thứ cấp có một điện áp xoay chiều U_2. Khi đó :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}.$$



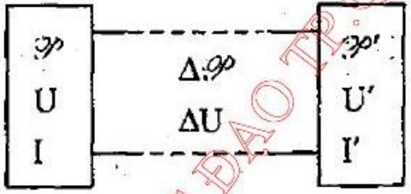
Kí hiệu máy biến áp trong mạch điện

Nếu $N_2 > N_1$ thì $U_2 > U_1$: *máy tăng áp* ; $N_2 < N_1$ thì $U_2 < U_1$: *máy hạ áp*.

- Nếu bỏ qua sự mất mát năng lượng thì : $\mathscr{P}_1 = \mathscr{P}_2 \Rightarrow \dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{N_2}{N_1}$.

3. Truyền tải điện năng

Điện năng sản xuất ra cần được đưa đến nơi tiêu thụ ngay bằng hệ thống dây dẫn. Gọi R là điện trở của hệ thống dây dẫn, $\mathscr{P}$, U, I và $\mathscr{P}'$, U', I' lần lượt là công suất, điện áp hiệu dụng, cường độ dòng điện hiệu dụng tại nơi sản xuất và nơi tiêu thụ, cosφ là hệ số công suất của mạch điện (xem hình vẽ bên).



Cường độ dòng điện là : $I = I' = \dfrac{\mathscr{P}}{U\cos\varphi}$.

Công suất hao phí trên đường dây :

$$\Delta\mathscr{P} = I^2R = \frac{\mathscr{P}^2}{(U\cos\varphi)^2}R \text{ và độ sụt áp : } \Delta U = IR.$$

- Muốn giảm tổn hao trên dây dẫn có hai cách :

- Giảm điện trở của dây dẫn.
- Tăng điện áp tại nơi sản xuất nhờ máy biến áp.

- Tại nơi tiêu thụ : $\mathscr{P}' = \mathscr{P} - \Delta\mathscr{P}$ và điện áp : $U' = \dfrac{\mathscr{P}'}{I'\cos\varphi} = U - \Delta U$.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. BÀI TẬP VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Phương pháp giải

Công suất của động cơ chính là công suất tiêu thụ trên ba cuộn dây :

$$\mathscr{P} = 3U_pI\cos\varphi.$$

Hiệu suất động cơ được xác định bằng tỉ số giữa công suất cơ học $\mathscr{P}_i$ *mà động cơ sinh ra và công suất tiêu thụ* $\mathscr{P}$ *của động cơ :* $H = \dfrac{\mathscr{P}_i}{\mathscr{P}}$.

Ví dụ 1. Một động cơ điện không đồng bộ ba pha mắc theo hình sao vào một mạng điện ba pha có điện áp $U_d = 200\sqrt{3}$ V. Động cơ có công suất $\mathscr{P} = 27$ kW và hệ số công suất $\cos\varphi = 0,9$. Tính cường độ dòng điện chạy qua động cơ.

Giải

Điện áp ở hai đầu mỗi cuộn dây của động cơ là : $U_p = \dfrac{U_d}{\sqrt{3}} = 200\,(V)$.

Ta có : $\mathscr{P} = 3U_pI\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{\mathscr{P}}{3U_p\cos\varphi} = \dfrac{27\,000}{3.0,9.200} = 50\,(A)$.

> **Ví dụ 2.** Một động không đồng bộ ba pha mắc theo hình tam giác có điện trở dây cuốn là 30 Ω, khi mắc vào mạng điện xoay chiều ba pha có điện áp hiệu dụng là 220 V thì sản ra công suất 50 W. Biết hệ số công suất của động cơ là 0,8. Tính cường độ dòng điện chạy qua động cơ.

Giải

Công suất tiêu thụ của động cơ chính là công suất tiêu thụ trên ba cuộn dây :

$$\mathscr{P} = 3UI\cos\varphi = 3.220.I.0,8 = 528I\,(W).$$

Công suất hao phí trên ba cuộn dây của động cơ là : $\Delta\mathscr{P} = I^2R = 30I^2\,(W)$.

Theo bài ra, công suất động cơ sản ra là : $\mathscr{P}_i = 50\,W$.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, ta có : $\mathscr{P} = \mathscr{P}_i + \Delta\mathscr{P}$.

Hay $528I = 50 + 30I^2 \Rightarrow I = 0,095\,A$ hoặc $I = 17,5\,A$.

Loại nghiệm $I = 17,5\,A$, vì với giá trị này của cường độ dòng điện thì công suất hao phí là $\Delta\mathscr{P} = I^2R = 30I^2 = 30.(17,5)^2 = 9\,187,5\,(W)$, lớn hơn rất nhiều công suất hữu ích là điều không thể có trong thực tế !

Vậy, cường độ dòng điện chạy qua động cơ là 0,08 A.

Dạng 2. BÀI TẬP VỀ MÁY BIẾN ÁP VÀ TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG

Phương pháp giải

- *Nếu hiệu suất máy biến áp 100 % thì :*

+ *Công suất trên cuộn sơ cấp và thứ cấp* $\mathscr{P}_2 = \mathscr{P}_1$.

+ *Công thức liên hệ :* $\dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{I_1}{I_2} = \dfrac{N_2}{N_1}$

- *Công suất hao phí trên đường dây :* $\Delta\mathscr{P} = I^2R = \dfrac{\mathscr{P}_1^2}{U_1^2}R$.

> **Ví dụ 1.** Với cùng một công suất truyền tải, nếu tăng điện áp hiệu dụng ở nơi truyền đi lên 10 lần thì công suất hao phí trên đường dây giảm bao nhiêu lần ?

Giải

Từ công thức : $\Delta\mathcal{P} = I^2R = \dfrac{\mathcal{P}_1^2}{U_1^2}R.$

Tăng U_1 lên 20 lần thì công suất hao phí : $\Delta\mathcal{P}' = I'^2R = \dfrac{\mathcal{P}_1^2}{(10U_1)^2}R = \dfrac{\Delta\mathcal{P}}{100}.$

Vậy công suất hao phí giảm 100 lần.

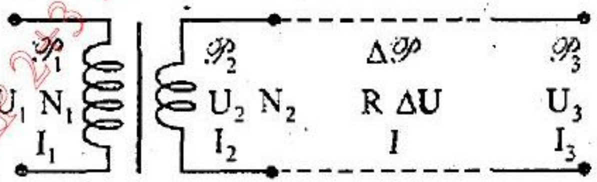
Ví dụ 2. Một máy phát điện cung cấp cho mạch ngoài một công suất $\mathcal{P}_1 = 200$ kW. Điện áp giữa hai cực máy phát là $U_1 = 4$ kV. Dòng điện đi ra được đưa vào cuộn sơ cấp của máy biến áp có hiệu suất $H = 100\ \%$. Tỉ số vòng dây cuộn thứ cấp và cuộn sơ cấp của máy biến áp là n. Dòng điện được dẫn đến nơi tiêu thụ bằng hệ thống dây dẫn có điện trở $R = 40\ \Omega$.

a) Tính công suất và điện áp tại nơi tiêu thụ. Tìm hiệu suất truyền tải điện. Biết $n = 4$.

b) Hiệu suất truyền tải điện năng thay đổi như thế nào nếu n tăng. Từ đó có nhận xét gì về công dụng máy biến áp ?

Giải

Xem sơ đồ sau đây :



a) Gọi $\mathcal{P}_2$, U_2, I_2 và $\mathcal{P}_3$, U_3, I_3 lần lượt là công suất, điện áp, cường độ dòng điện tại cuộn thứ cấp và nơi tiêu thụ.

Tại cuộn sơ cấp : $I_1 = \dfrac{\mathcal{P}_1}{U_1} = \dfrac{200.10^3}{4.10^3} = 50\ (A).$

Do hiệu suất 100 %, nên ta áp dụng công thức cho máy biến áp :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = n \Rightarrow \begin{cases} U_2 = nU_1 = 4n\ (kV) \\ I_2 = \dfrac{I_1}{n} = \dfrac{50}{n}\ (A) = I = I_3 \end{cases} \text{ và } \mathcal{P}_2 = \mathcal{P}_1 = 200\ \text{kW}.$$

Công suất hao phí trên điện trở R của đường dây là :

$$\Delta\mathcal{P} = I^2R = \left(\frac{50}{n}\right)^2.40 = \frac{10^5}{n^2}\ (W) = \frac{100}{n^2}\ (kW).$$

Độ sụt thế trên điện trở R là : $\Delta U = IR = \dfrac{50}{n}\cdot 40 = \dfrac{2000}{n}\ (V) = \dfrac{2}{n}\ (kV).$

Nơi tiêu thụ có công suất : $\mathscr{P}_3 = \mathscr{P}_2 - \Delta\mathscr{P} = 200 - \frac{100}{n^2}$ (kW).

Điện áp : $U_3 = U_2 - \Delta U = 4n - \frac{2}{n}$ (kV).

Với $n = 4$, ta có : $\mathscr{P}_3 = 200 - \frac{100}{4^2} = 193,75$ (kW), $U_3 = 4.4 - \frac{2}{4} = 15,5$ (kV).

Hiệu suất truyền tải điện năng :

$$H = \frac{\mathscr{P}_3}{\mathscr{P}_1} \cdot 100\% = \frac{200 - 100/n^2}{200} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{1}{2n^2}\right).100\% \approx 96,875\%.$$

b) Từ biểu thức hiệu suất truyền tải điện năng : $H = \left(1 - \frac{1}{2n^2}\right)\%$. Suy ra khi tăng n thì hiệu suất truyền tải điện năng tăng. Do đó, máy tăng thế có tác dụng giảm tổn thất điện năng.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một động cơ không đồng bộ ba pha mắc theo kiểu tam giác vào mạng điện lưới ba pha có điện áp pha là 220 V. Công suất điện của động cơ là 7,5 kW, hệ số công suất là 0,8. Cường độ dòng điện chạy qua mỗi cuộn dây của động cơ là bao nhiêu ?

Bài 2. Một động cơ không đồng bộ ba pha hoạt động bình thường ở điện áp 220 V được mắc vào mạng điện xoay chiều ba pha có điện áp là 380 V. Hệ số công suất của động cơ là 0,85 và điện trở tổng cộng của các cuộn dây trong động cơ là 30 Ω. Động cơ phải mắc theo sao hay theo hình tam giác ? Tính hiệu suất của động cơ, biết công cơ học động cơ sinh ra trong 1 giờ là 12.10^6 J.

Bài 3. Một máy biến áp có số vòng dây cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp lần lượt là 600 vòng và 120 vòng. Hai đầu cuộn sơ cấp được nối với điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng là 380 V.

a) Tính điện áp hai đầu của thứ cấp.

b) Một bóng đèn có điện trở 100 Ω được nối vào hai đầu cuộn thứ cấp. Tính cường độ dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp.

Coi hiệu suất của máy biến áp là 100% và bỏ qua điện trở của các cuộn dây.

Bài 4. Điện áp từ nhà máy điện được tăng áp bằng một máy tăng áp rồi tải đến máy hạ áp bằng đường dây tải điện có điện trở là 30 Ω. Biết điện áp ở hai đầu cuộn sơ cấp và thứ cấp của máy hạ áp lần lượt là 2 200 V và 220 V, cường độ dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp của máy hạ áp là 100 A. Hãy tính điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy tăng áp và hiệu suất truyền tải điện năng. Coi hiệu suất của các máy là 100% và bỏ qua điện trở của của các cuộn dây trong các máy biến áp.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. Công suất điện (công suất tiêu thụ) của động cơ chính là công suất tiêu thụ trên ba cuộn dây : $\mathscr{P} = 3U_pI_p\cos\varphi$.

Suy ra cường độ dòng điện qua mỗi cuộn dây (cũng là cường độ dòng điện chạy qua động cơ) là : $I_p = \frac{\mathscr{P}}{3U_p\cos\varphi} = \frac{7,5.10^3}{3.0,8.220} = 14,2$ (A).

Bài 2. Vì điện áp định mức của động cơ là 220 V, nên để động cơ hoạt động bình thường, ta phải mắc theo hình sao.

Điện áp pha là : $U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} \approx 220$ (V).

Công suất tiêu thụ của động cơ là :

$$\mathscr{P} = 3U_pI_p\cos\varphi = 3\cos\varphi.\frac{U_p^2}{R} = 3.0,85.\frac{220^2}{30} = 4\,114 \text{ (W)}.$$

Công suất cơ học của động cơ sinh ra là : $\mathscr{P} = \frac{A}{t} = \frac{12.10^6}{3\,600} \approx 3\,333$(W).

Hiệu suất động cơ là : $H = \frac{3\,333}{4\,114} \approx 0,81 = 81\%$.

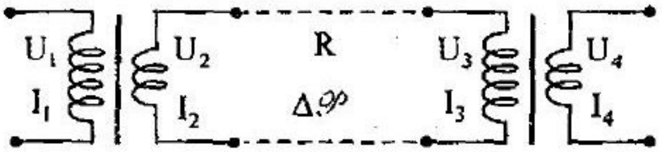
Bài 3. a) Ta có : $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_2 = \frac{N_2.U_1}{N_1} = \frac{120.380}{600} = 76$ (V).

b) Cường độ dòng điện qua bóng đèn là : $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{76}{100} = 0,76$ (A).

Vì hiệu suất của máy biến áp là 100%, nên ta có :

$$U_1I_1 = U_2I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{U_2I_2}{U_1} = \frac{76.0,76}{380} = 0,152 \text{ (A)}.$$

Bài 4. Ta có sơ đồ truyền tải điện năng như sau :



Theo bài ra ta có : $U_3 = 2\,200$ V ; $U_4 = 220$ V ; $I_4 = 100$ A.

Vì hiệu suất các máy biến áp là 100%, nên ta có :

$$I_3U_3 = U_4I_4 \Rightarrow I_3 = \frac{U_4I_4}{U_3} = \frac{220.100}{2\,200} = 10 \text{ (A)}.$$

Độ sụt áp trên đường dây là : $\Delta U = I_3R = 10.30 = 300$ (V), với $(I_3 = I_2)$.

Vậy điện áp ở hai đầu cuộn thứ cấp của máy tăng áp là :

$$U_2 = U_3 + \Delta U = 2\,200 + 300 = 2\,500 \text{ (V)}.$$

Hiệu suất truyền tải điện là : $H = \frac{U_3}{U_2}.100\% = \frac{2\,200}{2\,500}.100\% = 88\%$.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Trong việc truyền tải điện năng đi xa trong thực tế, để giảm công suất hao phí trên đường dây k^2 lần thì phải
A. tăng điện áp lên k lần trước khi truyền dẫn.
B. giảm điện áp đi k lần trước khi truyền dẫn.
C. tăng tiết diện của dây đi k lần.
D. giảm tiết diện của dây đi k lần.

2. Để tăng hệ số công suất cho các động cơ điện mà có cảm kháng rất lớn so với điện trở thuần, người ta dùng cách mắc nào sau đây ?
A. Mắc nối tiếp động cơ với một tụ điện.
B. Mắc nối tiếp động cơ với một cuộn cảm.
C. Mắc song song động cơ với một điện trở thuần.
D. Mắc nối tiếp với động cơ một điện trở thuần.

3. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về động cơ không đồng bộ ba pha ?
A. Có hai bộ phận chính stato và rôto.
B. Biến đổi điện năng thành cơ năng.
C. Từ trường quay trong động cơ là kết quả của việc sử dụng dòng điện xoay chiều một pha.
D. Hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và từ trường quay.

4. Dụng cụ nào dưới đây được dùng để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều ?
A. Lớp chuyển tiếp p – n.
B. Bán dẫn loại p.
C. Chất bán dẫn loại n.
D. Chất bán dẫn thuận.

5. Trong việc truyền tải điện năng đi xa, để giảm công suất hao phí trên đường dây người ta làm
A. giảm tiết diện của dây dẫn.
B. chọn dây có điện trở suất lớn.
C. giảm điện áp trước lúc truyền tải.
D. tăng điện áp trước lúc truyền tải.

6. Điều nào sau đây là đúng khi nói về động cơ không đồng bộ ba pha ?
A. Động cơ không đồng bộ ba pha biến điện năng thành cơ năng.
B. Động cơ hoạt động dựa trên cơ sở hiện tượng cảm ứng điện từ và sử dụng từ trường quay.
C. Tốc độ góc của khung dây luôn nhỏ hơn tốc độ góc của từ trường quay.
D. A, B và C đều đúng.

7. Điều nào sau đây là đúng khi nói về máy biến áp ?
A. Máy biến áp là thiết bị cho phép thay đổi điện áp của dòng điện xoay chiều mà không làm thay đổi tần số của dòng điện.
B. Máy biến áp nào cũng có cuộn dây sơ cấp và cuộn dây thứ cấp, chúng có số vòng khác nhau.
C. Máy biến áp hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.
D. Cả A, B và C đều đúng.

8. Kết luận nào sau đây là **sai** khi nói về sự biến đổi điện áp và cường độ dòng điện qua máy biến áp khi bỏ qua điện trở của các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp ?
A. Tỉ số điện áp ở hai đầu cuộn dây sơ cấp và thứ cấp bằng tỉ số giữa số vòng dây của hai cuộn tương ứng.
B. Trong mọi điều kiện, máy biến áp không tiêu thụ điện năng. Đó là một tính chất ưu việt của máy biến áp.
C. Dùng máy biến áp làm điện áp tăng bao nhiêu lần thì cường độ dòng điện giảm đi bấy nhiêu lần và ngược lại.
D. Nếu điện áp lấy ra sử dụng lớn hơn điện áp đưa vào máy thì máy biến áp đó gọi là máy tăng áp.

9. Điều nào sau đây là đúng khi nói về cấu tạo của biến thế ?
A. Máy biến áp có hai cuộn dây có số vòng khác nhau.
B. Máy biến áp có thể chỉ có một cuộn dây duy nhất.
C. Cuộn sơ cấp của máy biến áp mắc vào nguồn điện, cuộn thứ cấp mắc vào tải tiêu thụ.
D. Cả 3 câu trên đều đúng.

10. Điều nào sau đây là đúng khi nói về các cách tạo ra dòng điện một chiều ?
A. Có thể tạo ra dòng điện một chiều bằng máy phát điện một chiều hoặc các mạch chỉnh lưu dòng điện xoay chiều.
B. Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kì cho dòng điện ít "nhấp nháy" hơn so với mạch chỉnh lưu một nửa chu kì.
C. Mạch lọc mắc thêm vào mạch chỉnh lưu có tác dụng làm cho dòng điện đỡ nhấp nháy hơn.
D. Cả A, B và C đều đúng.

11. Một động cơ không đồng bộ ba pha mắc theo hình sao vào một mạng điện ba pha có điện áp dây $200\sqrt{3}$ V. Động cơ có công suất 9 kW và $\cos\varphi = 0{,}9$. Cường độ dòng điện chạy qua động cơ có thể nhận các giá trị nào sau đây ?
A. I = 12,5 A. B. I = 8,75 A. C. $I = \dfrac{50}{3}$ A. D. $I = \dfrac{100}{3}$ A.

12. Một máy biến áp dùng trong máy thu vô tuyến điện có một cuộn sơ cấp gồm 9 000 vòng mắc vào mạng điện 27 V và ba cuộn thứ cấp để lấy ra các điện áp 3 V, 9 V, và 18 V. Số vòng dây ở mỗi cuộn thứ cấp là bao nhiêu ?
A. 250 vòng, 500 vòng và 750 vòng.
B. 2 000 vòng, 4 000 vòng và 6 000 vòng.
C. 1 000 vòng, 3 000 vòng và 9 000 vòng.
D. 1 000 vòng, 3 000 vòng và 8 000 vòng.

13. Một máy phát điện xoay chiều có công suất 1 000 kW. Dòng điện do máy phát ra sau khi tăng thế được truyền đi xa bằng dây tải điện có điện trở thuần 20 Ω. Biết điện áp được đưa lên đường dây là 200 kV. Hao phí điện năng trên đường dây là :

A. $\Delta\mathscr{P} = 0{,}25$ kW. B. $\Delta\mathscr{P} = 4$ kW.

C. $\Delta\mathscr{P} = 1$ kW. D. $\Delta\mathscr{P} = 2$ kW.

ĐÁP ÁN

1A	2A	3C	4A	5D	6D	7D	8B	9D	10D
11C	12A	13C							

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn A. Khi tăng điện áp lên k lần thì công suất hao phí :

$$\Delta\mathscr{P}' = \frac{\mathscr{P}^2}{k^2U^2}R = \frac{\Delta\mathscr{P}}{k^2}.$$

2. Chọn A. Để tăng hệ số công suất động cơ ta thường mắc nối tiếp tụ điện với cuộn dây.

3. Chọn C. Sử dụng dòng điện xoay chiều ba pha.

4. Chọn A. Lớp tiếp giáp p - n chính là điôt bán dẫn.

6. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

7. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

8. Chọn B. Các phát biểu A, C và D đều đúng. Phát biểu B sai vì thực tế máy biến áp nào cũng tiêu thụ một lượng điện năng nhất định.

9. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

10. Chọn D. Các phát biểu A, B và C đều đúng.

11. Chọn C. Điện áp hai đầu mỗi cuộn dây của động cơ là : $U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = 200$ (V).

Ta có : $\mathscr{P}_c = 3U_pI\cos\varphi \Rightarrow I = \frac{\mathscr{P}_c}{3\cos\varphi U_p} = \frac{9000}{3.0{,}9.200} = \frac{50}{3}$ (A).

12. Chọn A. Áp dụng công thức : $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = \frac{N_1U_2}{U_1} = \frac{1000.U_2}{24} = \frac{125U_2}{3}$.

Thay U_2 lần lượt các giá trị : 6 V, 12 V, 18 V ta được lần lượt các giá trị N_2 : 250 vòng, 500 vòng, 750 vòng.

13. Chọn C. Khi U = 200 kV thì :

- Cường độ dòng điện : $I = I_1 = \frac{\mathscr{P}_1}{U_1} = \frac{1\,000.10^3}{200.10^3} = 5$ (A).

- Công suất hao phí : $\Delta\mathscr{P} = I^2R = 5^2.40 = 1\,000$ (W) = 1 (kW).

Chương 6.

SÓNG ÁNH SÁNG

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng

Hiện tượng một chùm ánh sáng trắng sau khi qua lăng kính không những bị khúc xạ về phía đáy của lăng kính, mà còn bị tách ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau gọi là hiện tượng tán sắc ánh sáng.

- ***Nguyên nhân :*** Chùm ánh sáng trắng chứa nhiều thành phần đơn sắc đến mặt lăng kính dưới cùng một góc tới, nhưng do chiết suất của lăng kính đối với các tia đơn sắc khác nhau là khác nhau nên bị lệch theo các góc khác nhau. Kết quả, sau khi qua lăng kính chúng bị tách ra thành nhiều chùm ánh sáng có màu sắc khác nhau.

2. ***Ánh sáng đơn sắc*** là ánh sáng không bị tán sắc khi qua lăng kính. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một màu sắc xác định gọi là màu đơn sắc.

3. ***Ánh sáng trắng*** là ánh sáng được tổng hợp từ vô số ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

4. *Nhiễu xạ ánh sáng* là hiện tượng ánh sáng không tuân theo định luật truyền thẳng, quan sát được khi ánh sáng truyền qua lỗ nhỏ hoặc gần mép những vật trong suốt hoặc không trong suốt.

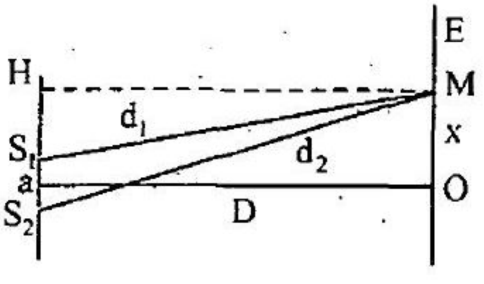
5. Giao thoa ánh sáng

a) Vị trí vân giao thoa

- Hiệu đường đi : $d_2 - d_1 \approx \frac{ax}{D}$.

- Điều kiện để M là vị trí vân sáng là :

$$d_2 - d_1 = k\lambda.$$



Vị trí vân sáng : $x_S = \frac{k\lambda D}{a}$

với $k = 0 ; \pm 1 ; \pm 2 ;\ldots$ và λ là bước sóng ánh sáng.

Với $k = 0$ thì $x = 0$. Đây là vị trí vân sáng bậc 0 (vị trí vân sáng trung tâm).

- Điều kiện để M là vị vân tối : $d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$.

Vị trí vân tối : $x_t = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$.

Khi $k = 0$ thì $x_t = \frac{\lambda D}{2a}$. Đây là vị trí vân tối thứ nhất.

b) Khoảng vân

Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp hay hai vân tối liên tiếp : $i = \frac{\lambda D}{a}$

6. Các loại quang phổ

a) Quang phổ liên tục

- Quang phổ liên tục là một dải màu sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.
- Nguồn gốc phát sinh : Các vật rắn, lỏng, khí có tỉ khối lớn khi bị nung nóng sẽ phát ra quang phổ liên tục.
- Đặc điểm :

- Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng, chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

- Nhiệt độ càng cao, miền phát sáng của vật càng mở rộng về vùng ánh sáng có bước sóng ngắn của quang phổ liên tục.

- Ứng dụng : Dựa vào quang phổ liên tục để xác định nhiệt độ các vật sáng do nung nóng. Ví dụ : nhiệt độ của lò nung, hồ quang, Mặt Trời, các vì sao,...

b) Quang phổ vạch phát xạ

- Quang phổ vạch phát xạ là quang phổ gồm một hệ thống các vạch màu riêng rẽ nằm trên một nền tối.
- Nguồn gốc phát sinh : Các chất khí hay hơi ở áp suất thấp bị kích thích (bằng cách nung nóng hay phóng tia lửa điện ...) phát ra quang phổ vạch phát xạ.
- Đặc điểm :

- Quang phổ vạch phát xạ của các nguyên tố khác nhau thì rất khác nhau về số lượng vạch phổ, vị trí vạch, màu sắc và độ sáng tỉ đối giữa các vạch.

- Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

- Ứng dụng : Nhận biết được sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất ; xác định thành phần cấu tạo hay nhiệt độ của vật.

c) Quang phổ vạch hấp thụ

- Quang phổ vạch hấp thụ là một hệ thống các vạch tối nằm trên nền quang phổ liên tục.
- Nguồn gốc phát sinh : Chiếu một chùm ánh sáng trắng qua một khối khí hay hơi được nung nóng ở nhiệt độ thấp, sẽ thu được quang phổ vạch hấp thụ.
- Đặc điểm : Vị trí các vạch tối nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ của chất khí hay hơi đó.

- Ứng dụng : Để nhận biết sự có mặt của một nguyên tố trong các hỗn hợp hay trong hợp chất.

d) Phép phân tích quang phổ

Tiện lợi của phép phân tích quang phổ :

- Trong phép phân tích định tính : thực hiện bằng phép phân tích quang phổ đơn giản và cho kết quả nhanh hơn phép phân tích hóa học.
- Trong phép phân tích định lượng : thực hiện bằng phép phân tích quang phổ có độ nhạy rất cao. Có thể phân tích được từ xa. Có thể xác định được thành phần cấu tạo và nhiệt độ của các vật ở rất xa như Mặt Trăng, Mặt Trời, ... dựa vào việc phân tích quang phổ của chúng.

7. Tia hồng ngoại – Tia tử ngoại – Tia Rơn-ghen

a) Tia hồng ngoại

- Định nghĩa : Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ ; $\lambda \geq 0{,}76$ μm.
- Bản chất : Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- Nguồn phát sinh : Do các vật bị nung nóng phát ra.
- Tính chất và tác dụng :

- Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.
- Tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.
- Bị hơi nước hấp thụ mạnh.

- Ứng dụng :

- Chủ yếu để sấy hay sưởi trong công nghiệp, nông nghiệp, y tế, ...
- Chụp ảnh bằng kính ảnh hồng ngoại.

b) Tia tử ngoại

- Định nghĩa : Là các bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng ngắn hơn bước sóng của ánh sáng tím ; $\lambda \leq 0{,}4$ μm.
- Bản chất : Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ.
- Nguồn phát sinh : Do các vật bị nung nóng ở nhiệt độ cao như Mặt Trời, hồ quang điện, đèn hơi thuỷ ngân, ... phát ra.
- Tính chất và tác dụng : Tác dụng mạnh lên kính ảnh, làm phát quang một số chất, làm ion hóa không khí, gây một số phản ứng quang hóa, quang hợp, có tác dụng sinh học, ...
- Ứng dụng :

- Trong công nghiệp : dùng để phát hiện các vết nứt nhỏ, các vết trầy xước trên bề mặt sản phẩm.
- Trong y học : dùng để trị bệnh còi xương, ...

c) Tia Rơn-ghen

- Định nghĩa : Tia Rơn-ghen là bức xạ điện từ có bước sóng nằm trong khoảng từ 10^{-12} m đến 10^{-8} m.
- Bản chất : Bản chất của tia Rơn-ghen là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (từ 10^{-12} đến 10^{-8} m).

- Tính chất :

- Có khả năng đâm xuyên mạnh.
- Có tác dụng mạnh lên kính ảnh.
- Làm phát quang một số chất.
- Có khả năng ion hóa chất khí.
- Có tác dụng sinh lí, huỷ diệt tế bào, diệt vi khuẩn, …

- Công dụng :

- Trong y học : dùng để chiếu điện, chụp điện, chữa bệnh ung thư nông, …
- Trong công nghiệp : dùng để xác định các khuyết tật trong các sản phẩm đúc công nghiệp.
- Dùng trong màn huỳnh quang, máy đo liều lượng tia Rơn-ghen, …

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

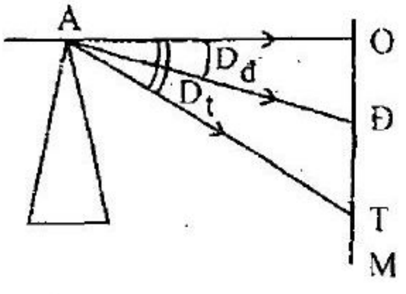
Dạng 1. ĐỘ LỆCH CỦA TIA SÁNG QUA LĂNG KÍNH, ĐỘ RỘNG VÙNG QUANG PHỔ

Phương pháp giải

+ Áp dụng công thức lăng kính cho các trường hợp cụ thể.
+ Khi chiếu chùm ánh sáng trắng qua lăng kính sẽ bị tán sắc theo thứ tự góc lệch tăng dần từ đỏ đến tím.

Ví dụ 1. Chiếu một chùm tia sáng trắng song song, hẹp vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang A = 9°, theo phương vuông góc với mặt phân cách của góc chiết quang. Chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_đ = 1,50$ và đối với tia tím là $n_t = 1,54$. Trên màn M đặt song song và cách mặt phân giác trên một đoạn 2 m ta thu được dải màu có bề rộng bằng bao nhiêu ?

Giải



Bề rộng của dải màu là đoạn :

$$ĐT = OT - OĐ.$$

Theo công thức lăng kính với góc chiết quang A nhỏ, ta có :

$$OT = OA.\tan D_t \approx OA.D_t \approx OA.(n_t - 1)A\ ;$$

$$OĐ = OA.\tan D_đ = OA.(n_đ - 1)A.$$

Từ đó, suy ra được :

$$ĐT \approx OA.(D_t - D_đ) = OA.(n_t - n_đ)A = 12,56\ (mm).$$

Ví dụ 2. Một lăng kính có góc chiết quang $A = 9^o$, chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_đ = 1,6444$ và đối với tia tím là $n_t = 1,6852$. Chiếu tia sáng trắng tới mặt bên của lăng kính dưới góc tới nhỏ. Tìm góc lệch giữa tia ló màu đỏ và tia ló màu tím ?

Giải

Ta có, góc lệch của tia tím và tia đỏ lần lượt bằng :

$$D_t = (n_t - 1)A \ ; \ D_đ = (n_đ - 1)A.$$

Suy ra góc lệch giữa hai tia đó bằng :

$$\alpha = D_t - D_đ = (n_t - n_đ)A = D_t - D_đ = (n_t - n_đ)A$$

$$= (1,6852 - 1,6444).\frac{9.3,14}{180} = 0,0064 \text{ (rad)}.$$

Dạng 2. GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG ĐƠN SẮC ; TÌM SỐ VÂN SÁNG, VÂN TỐI

Phương pháp giải

- *Áp dụng những lí thuyết về sóng ánh sáng.*
- *Vị trí của vân sáng bậc* n *thì ta thay* $k = n$, *vân tối thứ* n *thì* $k = n - 1$.
- *Nếu bài toán yêu cầu tìm khoảng cách từ một điểm* M *đến một điểm* N *là vị trí của vân sáng hay vân tối bậc* k *và* k' *thì ta chỉ cần tìm vị trí của* x_M, x_N *ứng với vân bậc* k *và* k' *đó, rồi lấy tổng hoặc hiệu tuỳ theo hai điểm ở về hai phía hay một phía của vân trung tâm.*
- *Để tìm số vân sáng, vân tối trong đoạn* MN *bất kì ta làm như sau :*

Lập tỉ số : $\frac{L}{2i}$.

Khi đó :

- Số vân sáng (luôn là số lẻ) là $2n + 1$, *với* n *là phần nguyên của* $\frac{L}{2i}$.

- Số vân tối (luôn là số chẵn) là $2n$, *với* n *là số làm tròn của* $\frac{L}{2i}$.

- *Để xác định xem tại điểm* M *cách vân trung tâm một khoảng* x *nào đó là vị trí vân sáng hay vân tối, ta làm như sau :*

Lập tỉ số : $\frac{x}{i} = k$. *Khi đó : Nếu* $k \in \mathbb{N}$ *thì kết luận tại* M *là vị trí vân sáng bậc* k. *Nếu* $k = n + \frac{1}{2}$ *với* $n \in \mathbb{N}$ *thì kết luận tại* M *là vị trí vân tối thứ* $n + 1$.

- *Chú ý rằng, đối với các vân tối không có khái niệm bậc giao thoa.*

Ví dụ 1. Chiếu nguồn sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\ \mu m$ vào một mặt phẳng chứa hai khe S_1 và S_2 hẹp, song song, cách nhau 1 mm và cách đều nguồn sáng. Đặt một màn quan sát E song song và cách mặt phẳng chứa S_1, S_2 một khoảng D = 1,5 m.

a) Tìm khoảng vân.

b) Tìm vị trí vân tối thứ 2 kể từ vân sáng trung tâm.

Giải

a) Ta có : $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,5.10^{-6}.1,5}{10^{-3}} = 0,75.10^{-3}(m) = 0,75\ (mm)$.

b) Vân tối thứ **k** được xác định bởi công thức : $x_t = (k + \frac{1}{2})i$.

Vân tối thứ hai ứng với **k** = 1, nên :

$$x_{t2} = \left(1 + \frac{1}{2}\right)i = \frac{3}{2}.0,75 = 1,125\ (mm).$$

Ví dụ 2. Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe cách nhau 1,5 mm và cách màn 1,5 m. Đo khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp là 12 mm. Hỏi ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng là bao nhiêu ?

Giải

Khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp tương ứng với 3 khoảng vân, nên ta có :

$$L = 3i = \frac{3\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{La}{3D} = \frac{12.10^{-3}.1,5.10^{-3}}{3.1,5} = 4.10^{-6}(m) = 4\ (\mu m).$$

Dạng 3. GIAO THOA VỚI ÁNH SÁNG HỖN HỢP

Phương pháp giải

Khi tiến hành thí nghiệm với hai bức xạ đơn sắc thì số vân sáng quan sát được bằng tổng số vân sáng ứng với mỗi bức xạ, trừ số vân sáng trùng nhau của hai bức xạ.

Số vân sáng trùng nhau sẽ được tính từ hệ thức : $k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a}$.

Khi thí nghiệm với ánh sáng trắng, bề rộng của dải sáng đa sắc bậc k là

$$\Delta x = k\frac{D}{a}(\lambda_{max} - \lambda_{min}).$$

Ví dụ 1. Ánh sáng dùng trong thí nghiệm giao thoa gồm hai ánh sáng đơn sắc : ánh sáng lục có bước sóng $\lambda_1 = 0,50\ \mu m$ và ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_2 = 0,75\ \mu m$. Vân sáng lục và đỏ trùng nhau lần thứ nhất (kể từ vân trung tâm) ứng với vân sáng đỏ bậc bao nhiêu ?

Giải

Vị trí vân sáng lục và đỏ được xác định bởi :

$$x_l = k_l \frac{\lambda_1 D}{a}, \quad x_d = k_d \frac{\lambda_2 D}{a}.$$

Hai vân sáng này trùng nhau khi : $x_1 = x_2$

Suy ra : $$k_l \frac{\lambda_1 D}{a} = k_d \frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_l \lambda_1 = k_d \lambda_2.$$

Theo đề ra, ta có : $0{,}5k_l = 0{,}75k_d \Rightarrow 2k_l = 3k_d$.

Đẳng thức này được thoả mãn với giá trị nhỏ nhất khác 0 của k_t và k_d nên ta có : $k_t = 3$ và $k_d = 2$. Do đó, hai vân trùng nhau lần đầu tiên ứng với vân sáng đỏ bậc 2.

Ví dụ 2. Thực hiện giao thoa ánh sáng trắng bằng khe Y-âng, hai khe S_1, S_2 cách nhau 2 mm và cách màn 2 m. Ánh sáng trong thí nghiệm có bước sóng trong khoảng 0,41 μm đến 0,65 μm. Tìm số bức xạ cho vân tối tại điểm M trên màn cách vân trung tâm 3 mm.

Giải

Đối với vân tối vị trí được tính bởi : $x = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}$.

Suy ra : $$\lambda = \frac{ax}{\left(k + \frac{1}{2}\right)D} = \frac{6}{2k+1}\ (\mu m).$$

Mặt khác : $0{,}41\ \mu m < \lambda < 0{,}65\ \mu m \Rightarrow 4{,}1 < k < 6{,}8$.

Vì k là số nguyên nên k chỉ nhận hai giá trị 5 và 6. Do đó, tại điểm M trên màn có hai bức xạ cho vân tối (với bước sóng được tính bởi hai giá trị của k, k = 5 và k = 6).

Dạng 4. SỰ DỊCH CHUYỂN CỦA HỆ VÂN GIAO THOA

Phương pháp giải

> *Khi nguồn S dịch chuyển về phía nguồn nào đó thì hệ vân sẽ dịch chuyển về phía nguồn còn lại.*
>
> *Khi đặt một bản mỏng có độ dày* e *ở một khe thì tương đương với sự kéo dài đường đi của tia sáng một đoạn :* $e' - e = (n-1)e$.

Ví dụ 1. Trong thí nghiệm Y-âng về hiện tượng giao thoa ánh sáng, nếu ta đặt trước khe S_1 một bản mỏng có chiết suất tuyệt đối n thì hệ vân sẽ bị xê dịch một đoạn bằng bao nhiêu và về phía nào ?

Giải

Khi đặt bản mỏng trước khe S_1 thì bản mỏng chỉ có tác dụng làm chậm sự truyền ánh sáng phát ra từ S_1 tương đương với sự kéo dài đường đi của tia sáng một đoạn : $d' - d = (n-1)e$.

Do đó, quãng đường d_1 trở thành d_1' với :

$$\Delta d' = d_2 - d_1' = d_2 - \left[d_1 + (n-1)e\right] = \frac{ax}{D} - (n-1)e.$$

Mặt khác, điều kiện để có vân trung tâm là : $\Delta d' = 0$. Suy ra :

$$\frac{ax_0}{D} - (n-1)e = 0 \Rightarrow x_0 = \frac{(n-1)eD}{a}.$$

Vậy, hệ vân dịch chuyển về phía S_1 một đoạn là $x_0 = \dfrac{(n-1)eD}{a}$.

Ví dụ 2. Trong thí nghiệm Y-âng về hiện tượng giao thoa ánh sáng, nếu dịch chuyển nguồn S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một khoảng b thì hệ vân giao thoa sẽ thay đổi như thế nào ?

Giải

Khi dịch nguồn sáng S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một khoảng b thì hiệu đường đi của hai chùm sáng đến màn E sẽ thay đổi. Ta có :

$$\Delta d = d_2 + d_2' - (d_1 + d_1') = d_2 - d_1 + d_2' - d_1' = \frac{a.x}{D} + \frac{a.b}{D'}.$$

Mặt khác, điều kiện để có vân trung tâm là : $\Delta d = \dfrac{ax}{D} + \dfrac{ab}{D'} = 0 \Leftrightarrow x = -\dfrac{D}{D'}b$

(dấu trừ "–" chứng tỏ vân trung tâm dịch chuyển ngược chiều với chiều dịch chuyển của S_1).

Vậy, khi dịch nguồn sáng S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một khoảng b thì hệ vân sẽ dịch chuyển về phía S_2 một đoạn $x_0 = \dfrac{D}{D'}b$.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Khi chiếu ánh sáng đơn sắc màu lục đến mặt bên AB của một lăng kính đặt trong không khí. Người ta thấy chùm tia ló đi sát mặt bên AC của lăng kính. Hỏi nếu chiếu chùm ánh sáng hỗn hợp gồm ba màu đỏ, cam, tím vào lăng kính trên với phương chiếu không đổi thì chùm tia ló khỏi mặt AC của lăng kính có bao nhiêu màu ?

Bài 2. Trong thí nghiệm Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 0,3 mm, khoảng cách giữa hai khe đến màn là 2 m. Khi chiếu ánh sáng đơn sắc vào hai khe, ta thấy khoảng cách giữa 11 vân sáng liên tiếp là 3,8 cm. Tính bước sóng dùng trong thí nghiệm.

Bài 3. Thực hiện giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng, khoảng cách giữa hai khe là 2mm, khoảng cách từ nguồn sáng S đến hai khe là D = 50 cm. khoảng cách từ S đến màn là 2,5 m. S phát đồng thời 2 bức xạ $\lambda_1 = 0{,}4 \mu m$ và $\lambda_2 = 0{,}6\ \mu m$. Tìm khoảng cách ngắn nhất từ vân sáng trung tâm đến vân trùng màu với nó.

Câu 4. Thực hiện giao thoa ánh sáng bằng khe Y-âng, khoảng cách từ hai khe đến màn là 2 m, khoảng cách giữa hai khe là 2 mm. Nếu nguồn phát ra ánh sáng trắng có bước sóng từ $0{,}4\ \mu m$ đến $0{,}76\ \mu m$. Tìm bề rộng dải sáng đa sắc thứ hai kể từ vân chính giữa.

Câu 5. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng : S_1S_2 = 4 mm, D = 2 m. Trên màn quan sát được hai vân sáng bậc 5 cách nhau 3 mm. Tính bước sóng ánh sáng dùng trong thí nghiệm.

Bài 6. Trong thí nghiệm giao thoa Y-âng, hai khe S_1, S_2 cách 0,5 mm. Khoảng cách từ hai khe đến màn D = 1,5 m ; bước sóng λ bằng 0,59 μm.

a) Tìm vị trí của các vân sáng quan sát được và khoảng cách từ vân sáng thứ 1 đến vân tối thứ 3 nằm về một phía với vân trung tâm.

b) Tại điểm M cách vân trung tâm một đoạn x_M = 4,425 mm là vị trí của vân sáng hay vân tối, bậc bao nhiêu ?

Bài 7. Trong thí nghiệm giao thoa khe Y-âng, hai nguồn cách nhau 0,42 mm, khoảng cách từ S_1, S_2 đến màn D = 1,2 m, λ = 0,75 μm.

a) Tìm khoảng vân và xác định khoảng cách từ vân sáng bậc 1 đến vân sáng bậc 4.

b) Trên màn quan sát giao thoa người ta thấy hiện tượng giao thoa chỉ quan sát được trên đoạn AB = 10 mm. Tìm số vân sáng và vân tối quan sát được.

Bài 8. Trong thí nghiệm giao thoa khe Y-âng, hai nguồn S_1, S_2 cách nhau 0,8 mm, khoảng cách từ S_1, S_2 đến màn D = 1,2 m.

a) Chiếu một chùm bức xạ đơn sắc $\lambda_1 = 0{,}75\ \mu m$ vào hai khe. Hãy xác định tại vị trí M cách vân trung tâm 4,5 cm có vân sáng hay vân tối, bậc mấy ?

b) Chiếu đồng thời hai bức xạ λ_1 và $\lambda_2 = 0{,}45\ \mu m$. Hãy thiết lập công thức tìm vị trí trùng nhau của các vân sáng giao thoa của hai bức xạ nói trên.

Bài 9. Hai lăng kính giống nhau có chung đáy, có cùng góc chiết quang $A = 40'$. Có chiết suất n = 1,5 tạo thành lưỡng lăng kính Fre-nen. Một nguồn sáng S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ = 0,5 μm đặt cách hai lăng kính một đoạn d = 50 cm, nằm trên mặt phẳng đáy của hai lăng kính. Màn E đặt vuông góc với mặt phẳng đáy của lăng kính cách lăng kính 2 m có quan sát được vân giao thoa.

a) Tìm số vân sáng, vân tối quan sát được trên màn E.

b) Thay S bằng S′ phát ra ánh sáng có bước sóng $\lambda' = 0,45\ \mu m$. Hỏi số vân quan sát được sẽ thay đổi như thế nào ?

c) Giữ cố định hai lăng kính và màn E, dịch chuyển S′ ra xa lăng kính theo phương vuông góc với màn E. Hỏi số vân quan sát được sẽ thay đổi như thế nào ? Khoảng vân có thay đổi không ? Tại sao ? Nếu có thay đổi thì thay đổi như thế nào ? Biết $\lambda' = 3.10^{-4}$ rad.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. ***Hướng dẫn :*** Chùm tia ló khỏi mặt AC của lăng kính chỉ có hai màu đỏ và cam. Tia tím bị phản xạ toàn phần.

Bài 2. ***Hướng dẫn :*** Khoảng cách 11 vân sáng liên tiếp là $10i = 3,8\,cm$, suy ra $\lambda = \frac{i.a}{D} = 0,57\ (\mu m)$.

Bài 3. ***Hướng dẫn :*** Vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm là sự trùng nhau của vân sáng của hai hệ vân nên $k_1\frac{\lambda_1 D}{a} = k_2\frac{\lambda_2 D}{a}$, kết hợp với điều kiện vân sáng gần nhất nên chọn $k_1 = 3$. Suy ra $\Delta x = 3\frac{\lambda_1 D}{a} = 1,2\ (mm)$.

Bài 4. ***Hướng dẫn :*** Bề rộng dải sáng đa sắc bậc k là $\Delta x = k\frac{D}{a}(\lambda_{max} - \lambda_{min})$. Với $k = 2$, ta tìm được : $\Delta x = 2\frac{2}{2.10^{-3}}(0,76 - 0,4).10^{-6} = 0,72.10^{-3}\ (m)$.

Bài 5. ***Hướng dẫn :*** Khoảng cách hai vân sáng bậc 5 là $10i = 3\,mm$, suy ra $i = 0,3\,mm$, do đó $\lambda = 0,6\ \mu m$.

Bài 6. ***Hướng dẫn :***

a) - Vị trí vân sáng : $x_s = k.1,77.10^{-3}\ (m)$.

Vân sáng bậc 1, ứng với k = 1, suy ra : $x_s = 1,77.10^{-3}\ (m) = 1,77\ (mm)$.

- Vị trí vân tối : $x_t = (2k + 1)\frac{\lambda D}{2a} = (2k + 1) = \frac{1,77}{2}(mm)$.

Vị trí vân tối thứ 3, ứng với k = 2, suy ra :

$$x_{t3} = (2.2 + 1)\frac{1,77}{2} = 4,425\ (mm).$$

Khoảng cách từ vân sáng bậc 1 đến vân tối thứ ba là :

$$d = x_{t3} - x_s = 2,655\ (mm).$$

b) Tại M cách vân trung tâm một khoảng $x_M = 4{,}425$ mm, do đó :

$$n = \frac{x_M}{i} = \frac{4{,}425}{1{,}77} = 2{,}5, \text{ ứng với vân tối thứ 3.}$$

Bài 7. ***Hướng dẫn :***

a) Khoảng vân : $i = 2{,}142.10^{-3}$ m.

Khoảng cách từ vân sáng bậc 1 đến vân sáng bậc 4 là : $d = 6{,}426$ mm.

b) Số vân quan sát trên nửa trường giao thoa là : $n = \frac{AB}{2i} = \frac{10}{2.2{,}142} = 2{,}3.$

- Số vân sáng trên cả miền giao thoa : $N_s = 2n + 1 = 2.2 + 1 = 5.$
- Số vân tối trên cả miền giao thoa : $N_t = 2m = 2.2 = 4.$

Bài 8. ***Hướng dẫn :***

a) Khoảng vân : $i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0{,}75.10^{-6}.1{,}2}{0{,}8.10^{-3}} = 1{,}125.10^{-3}(\text{m}) = 1{,}125\ (\text{mm}).$

Vị trí M : $x_M = 4{,}5$ cm = 45 mm. Suy ra :

$$k = \frac{x_M}{i} = \frac{45}{1{,}25} = 40. \text{ Như vậy, tại M có vân sáng bậc thứ 40.}$$

b) Vị trí vân sáng trùng nhau : $x_{s1} = x_{s2}$, hay

$$x = x_{s1}\lambda_1 k = x_{s2}\lambda_2 k = 3{,}375k\ (\text{mm}).$$

Bài 9. ***Hướng dẫn :***

a) Ta có : $i = \frac{\lambda D}{a}$, với $D = d + d' = 0{,}5 + 2 = 2{,}5\ (\text{m}).$

Ta có : $S_1S_2 = 2S_1I = 2SI.\tan\alpha = 2SI.\alpha.$

Do đó : $a = 2.0{,}5(1{,}5 - 1).40.3.10^{-4}$

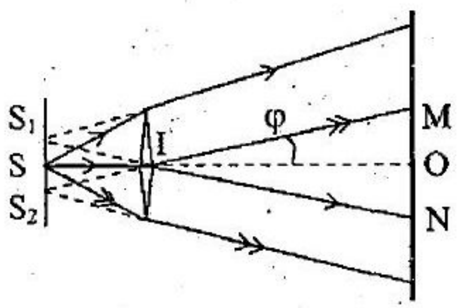
$= 6.10^{-3}\ (\text{m}).$

Từ đó, tính được : $i = 0{,}2$ mm.

Bề rộng trường giao thoa :

$MN = 2.2(1{,}5 - 1).40.3.10^{-4}$

$= 24.10^{-3}(\text{m}) = 24\ (\text{mm}).$



Ta có : $$n = \frac{MN}{2i} = \frac{24}{2.0{,}2} = 60.$$

Suy ra, số vân sáng trên cả miền giao thoa : 2n + 1 = 2.30 + 1 = 121 vân.

Và số vân tối trên cả miền giao thoa : 2m = 2.60 = 120.

b) Thay $\lambda' = 0{,}45\ \mu\text{m}$ vào, ta thấy i sẽ giảm mà bề rộng trường giao thoa không đổi nên số vân tăng lên.

c) Ta có : $D = d + d'$. Do d tăng nên i tăng và số vân N giảm.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Trong các phát biểu sau về hiện tượng tán sắc ánh sáng, phát biểu nào **sai** ?
A. Hiện tượng tán sắc ánh sáng là hiện tượng khi một chùm ánh sáng trắng đi qua lăng kính thì bị tách thành nhiều chùm sáng đơn sắc có màu khác nhau.
B. Hiện tượng tán sắc ánh sáng chứng tỏ chiết suất của lăng kính đối với các ánh sáng đơn sắc khác nhau là khác nhau.
C. Thí nghiệm tán sắc của Niu-tơn chứng tỏ lăng kính là nguyên nhân gây ra hiện tượng tán sắc ánh sáng.
D. Hiện tượng tán sắc chứng tỏ ánh sáng trắng là tập hợp của vô số ánh sáng đơn sắc.

2. Đối với ánh sáng nhìn thấy, yếu tố nào sau đây gây ra cảm giác màu ?
A. Vận tốc ánh sáng. B. Bước sóng ánh sáng.
C. Cường độ ánh sáng. D. Môi trường truyền sóng.

3. Khi đi qua lớp kính cửa sổ, ánh sáng trắng không bị tán sắc thành các màu cơ bản là vì :
A. kính cửa sổ là loại thuỷ tinh không tán sắc ánh sáng.
B. ánh sáng trắng ngoài trời là những sóng không kết hợp nên chúng không bị tán sắc.
C. kính cửa sổ không phải là lăng kính nên không tán sắc ánh sáng.
D. các tia sáng màu sau khi đi qua lớp kính và ló ra ngoài thì chồng chất lên nhau.

4. Chiếu một chùm ánh sáng trắng đi qua lăng kính thuỷ tinh. Nếu đặt một màn chắn phía sau lăng kính ta sẽ thấy ánh sáng màu đỏ bị lệch ít hơn ánh sáng màu tím, đó là do
A. chiết suất của thuỷ tinh đối với ánh sáng đỏ nhỏ hơn ánh sáng tím.
B. vận tốc của ánh sáng đỏ trong thủy tinh lớn hơn so với ánh sáng tím.
C. chiết suất của thủy tinh đối với ánh sáng đỏ lớn hơn ánh sáng tím.
D. vận tốc của ánh sáng đỏ trong thủy tinh nhỏ hơn so với ánh sáng tím.

5. Khi nói về vân giao thoa của ánh sáng trắng trong thí nghiệm Y-âng, nhận xét nào **không** đúng ?
A. Chính giữa màn ảnh là vân sáng trắng, hai bên là quang phổ các bậc có màu như cầu vồng.
B. Các vân sáng, vân tối xen kẽ nhau một cách đều đặn.
C. Các vân giao thoa cùng màu đơn sắc, cùng bậc đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm.
D. Trong dải màu quang phổ, vân tím ở gần vân sáng trung tâm hơn vân đỏ.

6. Trong các trường hợp được nêu dưới đây, trường hợp nào liên quan đến hiện tượng giao thoa ánh sáng ?
A. Màu sắc sặc sỡ trên bong bóng xà phòng.
B. Các vạch màu của ánh sáng trắng sau khi chiếu qua lăng kính.
C. Vệt sáng trên tường khi chiếu ánh sáng từ đèn pin.

D. Bóng đen trên tờ giấy khi dùng một chiếc thước nhựa chắn chùm ánh sáng tới.

7. Chiếu một chùm tia sáng trắng song song, hẹp vào mặt bên của một lăng kính có góc chiết quang A = 9°, theo phương vuông góc với mặt phân cách của góc chiết quang. Chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ là $n_đ = 1,50$ và đối với tia tím là $n_t = 1,54$. Trên màn M đặt song song và cách mặt phân giác trên một đoạn 2 m ta thu được dải màu có bề rộng

A. 4 mm. B. 12,56 mm. C. 6,28 mm. D. 720 mm.

8. Một thấu kính mỏng hội tụ bằng làm thuỷ tinh có chiết suất đối với tia đỏ là $n_đ = 1,5145$, đối với tia tím là $n_t = 1,5318$. Tỉ số tiêu cự đối với tia đỏ và tiêu cự đối với tia tím $\frac{f_đ}{f_t}$ là

A. 0,97. B. 0,993. C. 1,001. D. 1,03.

9. Ánh sáng dùng trong thí nghiệm giao thoa gồm hai ánh sáng đơn sắc : ánh sáng lục có bước sóng $\lambda_1 = 0,50$ μm và ánh sáng đỏ có bước sóng $\lambda_2 = 0,75\,\mu m$. Vân sáng lục và đỏ trùng nhau lần thứ nhất (kể từ vân trung tâm) ứng với vân sáng đỏ

A. bậc 2. B. bậc 3. C. bậc 4. D. bậc 6.

10. Khi nói về ánh sáng đơn sắc, phát biểu nào sau đây là **sai** ?

A. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có tần số xác định.
B. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có chu kì xác định.
C. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng có tần số hoặc bước sóng xác định.
D. Ánh sáng đơn sắc là ánh sáng khi đi qua lăng kính chỉ bị lệch mà không bị đổi màu.

11. Khoảng cách từ vân trung tâm đến vân tối thứ k được tính theo công thức :

A. $x_k = \left(k + \frac{1}{2}\right).\frac{\lambda.D}{a}$ (k = ± 1 ; ± 2 ; ± 3 ;...).

B. $x_k = \left(k - \frac{1}{2}\right).\frac{\lambda.D}{a}$ (k = +1 ; +2 ; +3 ;...).

C. $x_k = \left(k + \frac{1}{2}\right).\frac{\lambda.D}{a}$ (k = +1 ; +2 ; +3 ;...).

D. $x_k = \left(k - \frac{1}{2}\right).\frac{\lambda.D}{a}$ (k = ± 1 ; ± 2 ; ± 3 ;...).

12. Trong thí nghiệm Y-âng về hiện tượng giao thoa ánh sáng, nếu ta đặt trước khe S_1 một bản mỏng có chiết suất tuyệt đối n thì hệ vân sẽ

A. biến mất. B. không có gì thay đổi.
C. bị xê dịch về phía S_1. D. bị xê dịch về phía S_2.

13. Trong thí nghiệm Y-âng về hiện tượng giao thoa ánh sáng, nếu dịch chuyển nguồn S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một khoảng thì

A. không xảy ra hiện tượng giao thoa.
B. hệ vân sẽ dịch chuyển về phía S_1.
C. hệ vân sẽ dịch chuyển về phía S_2.
D. chỉ có vân trung tâm dịch chuyển về phía S_1.

14. Thực hiện giao thoa ánh sáng đơn sắc bằng khe Y-âng, biết $D = 2\,\text{m}$, $a = 1,5\,\text{mm}$, khoảng cách từ vân sáng bậc 3 đến vân sáng bậc 8 ở cùng phía so với vân trung tâm là 3,6 mm. Bước sóng ánh sáng có giá trị

A. 0,54 μm. B. 0,48 μm. C. 0,45 μm. D. 0,40 μm.

• ***Dùng dữ kiện sau cho các câu 15, 16 và 17.***

Chiếu nguồn sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5\ \mu\text{m}$ vào một mặt phẳng chứa hai khe S_1 và S_2 hẹp, song song, cách nhau 1 mm và cách đều nguồn sáng. Đặt một màn quan sát E song song và cách mặt phẳng chứa S_1, S_2 một khoảng D = 1,5 m.

15. Khoảng cách giữa hai vân sáng liên tiếp trên màn là

A. 0,5 mm. B. 0,75 mm. C. 7,5 mm. D. 5 mm.

16. Vị trí vân tối thứ hai cách vân sáng trung tâm là

A. 0,25 mm. B. 0,375 mm. C. 0,75 mm. D. 1,125 mm.

17. Đổ vào khoảng giữa hai khe và màn một chất lỏng có chiết suất n = 1,4. Khoảng vân giao thoa là

A. 0,357 mm. B. 0,536 mm. C. 0,7 mm. D. 1,05 mm.

18. Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng

A. có thể bị tán sắc. B. là sóng ngang.
C. có bản chất hạt. D. có bản chất sóng.

19. Xét các yếu tố sau : (I) độ lệch pha ; (II) tần số ; (III) biên độ ; (IV) chu kì. Hiện tượng giao thoa ánh sáng là sự chồng chất của hai sóng ánh sáng thoả điều kiện :

A. (III) và (II). B. (IV) và (II). C. (I) và (II). D. (I) và (III).

20. Ánh sáng lam có bước sóng trong chân không và trong nước lần lượt là 0,4861 μm và 0,3635 μm. Chiết suất tuyệt đối của nước đối với ánh sáng lam là

A. 1,3373. B. 1,3762. C. 1,4524. D. 1,41.

21. Ánh sáng vàng có bước sóng trong chân không là 0,589 μm, chiết suất của nước đối với ánh sáng vàng là 1,3321. Trong nước ánh sáng vàng có bước sóng là

A. 0,4422 μm. B. 0,463 μm. C. 0,4856 μm. D. 0,534 μm.

22. Ánh sáng dùng trong thí nghiệm về giao thoa ánh sáng của Y-âng có bước sóng 0,6 μm. Hai khe S_1, S_2 cách nhau 0,3 mm và cách màn 2 m. Vân sáng bậc 2 cách vân trung tâm một khoảng là

A. 8 mm. B. 0,8 mm. C. 4 mm. D. 0,4 mm.

BỒI DƯỠNG TOÁN LÝ HÓA CẤP 2 3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

23. Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe cách nhau 1,5 mm và cách màn 1,5 m. Đo khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp là 12 mm thì ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng

A. 3 μm. B. 4 μm. C. 1,2 μm. D. 6 μm.

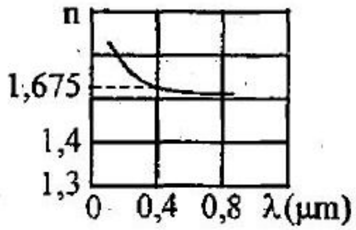
24. Trong thí nghiệm Y-âng, hai khe cách nhau 1 mm và cách màn 1,5 m. Nếu ánh sáng dùng trong thí nghiệm có bước sóng 0,5 μm thì một điểm M trên màn cách vân trung tâm 4,5 mm sẽ xuất hiện

A. vân sáng bậc 5. B. vân sáng bậc 6.
C. vân tối thứ 5. D. vân tối thứ 6.

25. Trong thí nghiệm Y-âng, ta chiếu hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,5\,\mu m$ và $\lambda_2 = 0,75$ μm vào hai khe S_1, S_2 cách nhau 1,5 mm và cách màn E một khoảng là 2 m. Khoảng cách giữa hai vân sáng bậc 2 của hai ánh sáng đơn sắc trên là

A. 0,33 mm. B. 0,45 mm. C. 0,67 mm. D. 0,87 mm.

26. Hình vẽ bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc chiết suất của thủy tinh nặng vào bước sóng ánh sáng. Cho tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s. Tốc độ truyền ánh sáng trong thủy tinh nặng ứng với bước sóng 0,4 μm là



A. $1,43.10^8$ m/s. B. $1,79.10^8$ m/s.
C. $2,05.10^8$ m/s. D. $1,14.10^8$ m/s.

27. Khi nói về quang phổ liên tục, phát biểu nào sau đây là **sai** ?

A. Quang phổ liên tục là một dải sáng có bảy màu biến đổi liên tục từ đỏ đến tím.

B. Quang phổ liên tục do một vật rắn bị nung nóng phát ra.

C. Quang phổ liên tục là do các chất lỏng hoặc khí có tỉ khối lớn bị nung nóng phát ra.

D. Quang phổ liên tục phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ của nguồn sáng.

28. Bốn màu đặc trưng của quang phổ vạch hiđrô là

A. Đỏ, vàng, lam, tím. B. Đỏ, vàng, chàm, tím.
C. Đỏ, lam, chàm, tím. D. Đỏ, lục, lam, tím.

29. Phép phân tích quang phổ là phương pháp

A. dùng để xác định loại quang phổ.
B. phân tích quang phổ liên tục.
C. phân tích quang phổ vạch.
D. phân tích thành phần cấu tạo của các chất.

30. Xét các yếu tố sau : (I) Quang phổ liên tục của nguồn sáng ; (II) Sự phân bố năng lượng trong quang phổ ; (III) Quang phổ vạch phát xạ của nguồn sáng. Để xác định được nhiệt độ của nguồn sáng bằng phép phân tích quang phổ, người ta dựa vào các yếu tố

A. (III). B. (II) và (I). C. (III) và (II). D. (I) và (III).

31. Chất nào sau đây phát ra quang phổ liên tục ?
A. Chất khí ở áp suất thấp, nhiệt độ thấp.
B. Hơi kim loại ở nhiệt độ cao.
C. Chất khí ở áp suất thấp bị kích thích.
D. Chất khí có áp suất lớn, ở nhiệt độ cao.

32. Xét các yếu tố sau : (I) Số lượng vạch ; (II) Độ sáng tỉ đối giữa các vạch ; (III) Vị trí các vạch.
Để xác định thành phần cấu tạo của một hợp chất khí bằng phép phân tích quang phổ vạch phát xạ của nó, người ta dựa vào các yếu tố
A. (I) và (II). B. (II) và (III). C.(III) và (I). D. (I) (II) và (III).

33. Ống chuẩn trực trong máy quang phổ lăng kính có tác dụng
A. tập trung ánh sáng chiếu vào lăng kính.
B. tăng cường độ của ánh sáng.
C. tạo nguồn sáng điểm.
D. tạo chùm tia song song.

34. Đặc điểm quan trọng của quang phổ liên tục là :
A. Phụ thuộc vào thành phần cấu tạo, nhưng không phụ thuộc vào nhiệt độ nguồn sáng.
B. Phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ nguồn sáng.
C. Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo, nhưng phụ thuộc vào nhiệt độ nguồn sáng.
B. Không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo và nhiệt độ nguồn sáng.

35. Quang phổ liên tục sẽ phát sinh khi
A. kích thích bằng ánh sáng đơn sắc các chất khí hay hơi ở áp suất thấp.
B. kích thích bằng ánh sáng đơn sắc các chất khí hay hơi ở áp suất cao.
C. nung nóng các vật rắn, lỏng, hoặc khí có khối lượng riêng lớn.
D. nung nóng các vật rắn, lỏng, hoặc khí có khối lượng riêng nhỏ.

36. Quang phổ của Mặt Trời mà ta thu được trên mặt đất là quang phổ
A. vạch phát xạ. B. liên tục phát xạ.
C. vạch hấp thụ. D. liên tục.

37. Khi nghiên cứu phổ vạch của vật bị kích thích phát quang, dựa vào vị trí của các vạch người ta có thể kết luận về
A. phương pháp kích thích vật chất dẫn đến phát quang.
B. bước sóng của ánh sáng có thể đang được nghiên cứu.
C. các hợp chất hóa học tồn tại trong vật.
D. các nguyên tố hóa học cấu thành vật.

38. Phổ phát xạ của natri chứa vạch màu vàng ứng với bước sóng $\lambda = 0,56$ μm. Trong phổ hấp thụ của natri
A. thiếu sóng với bước sóng $\lambda = 0,56$ μm.
B. thiếu mọi sóng với các bước sóng $\lambda > 0,56$ μm.

C. thiếu mọi sóng với các bước sóng $\lambda < 0,56$ μm.
D. thiếu tất cả các sóng ngoài sóng có $\lambda = 0,56$ μm.

39. Khi chế tạo máy chiếu X-quang, người ta là dựa vào các tính chất nào sau đây của tia X ?
A. Khả năng đâm xuyên mạnh. B. Huỷ diệt tế bào.
C. Làm ion hóa chất khí. D. Tất cả các tính chất trên.

40. Nhận định nào sau đây về tia hồng ngoại là **không** chính xác ?
A. Tia hồng ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được, có bước sóng lớn hơn bước sóng của ánh sáng đỏ.
B. Tia hồng ngoại làm phát quang một số chất.
C. Tia hồng ngoại do các vật bị nung nóng phát ra.
D. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.

41. Có thể nhận biết tia hồng ngoại bằng
A. màn huỳnh quang. B. mắt người.
C. quang phổ kế. D. pin nhiệt điện.

42. Nhận xét nào dưới đây về tia tử ngoại là **không** đúng ?
A. Tia tử ngoại là những bức xạ, có tần số sóng nhỏ hơn tần số sóng của ánh sáng tím.
B. Tia tử ngoại tác dụng rất mạnh lên kính ảnh.
C. Tia tử ngoại do những vật có nhiệt độ cao (trên 2 000°C) phát ra.
D. *Tia tử ngoại làm ion hóa không khí.*

43. Vật phát được tia hồng ngoại vào môi trường xung quanh thì vật đó phải có nhiệt độ
A. cao hơn nhiệt độ môi trường. B. thấp hơn nhiệt độ môi trường.
C. trên 0°K. D. trên 100°K.

44. Nếu nhiệt độ của vật tăng lên thì phổ tử ngoại của vật sẽ
A. không có gì thay đổi.
B. trải dài hơn về phía sóng có bước sóng ngắn.
C. trải dài hơn về phía sóng có bước sóng dài.
D. trải rộng về hai phía.

45. Sắp xếp thứ tự giảm dần theo bước sóng của các bức xạ sau đây : ánh sáng khả kiến, sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia X, tia gamma.
A. Ánh sáng khả kiến, sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia gamma, tia Rơn-ghen.
B. Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng khả kiến, tia tử ngoại, tia gamma, tia X.
C. Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng khả kiến, tia tử ngoại, tia X, tia gamma.
D. Ánh sáng khả kiến, sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơn-ghen, tia gamma.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

46. Khi quan sát ánh sáng phản xạ trên các váng dầu, mỡ hoặc bong bóng xà phòng, ta thấy có những vầng màu sặc sỡ. Đây là hiện tượng gì ?

A. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng.

B. Hiện tượng giao thoa ánh sáng khi dùng ánh sáng trắng.

C. Hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng.

D. Hiện tượng phản xạ ánh sáng.

47. Chiếu xiên một chùm sáng hẹp gồm hai ánh sáng đơn sắc là vàng và lam từ không khí tới mặt nước thì

A. chùm sáng bị phản xạ toàn phần.

B. so với phương tia tới, tia khúc xạ vàng bị lệch ít hơn tia khúc xạ lam.

C. tia khúc xạ chỉ là ánh sáng vàng, còn tia sáng lam bị phản xạ toàn phần.

D. so với phương tia tới, tia khúc xạ lam bị lệch ít hơn tia khúc xạ vàng.

48. Trong các phát biểu sau đây về ánh sáng đơn sắc, phát biểu nào **sai** ?

A. Các ánh sáng đơn sắc khác nhau thì chiết suất của chất làm lăng kính đối với các ánh sáng đó khác nhau.

B. Các ánh sáng đơn sắc không bị lệch về phía đáy khi đi qua lăng kính.

C. Các ánh sáng đơn sắc không bị tán sắc khi đi qua lăng kính.

D. Các ánh sáng đơn sắc có một màu nhất định gọi là màu đơn sắc.

49. Trong các phát biểu sau đây về ánh sáng trắng, phát biểu nào đúng ?

A. Ánh sáng trắng là tập hợp của chỉ 7 ánh sáng đơn sắc riêng biệt : đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.

B. Ánh sáng trắng đã giao thoa với nhau trong lăng kính để có sự tán sắc ánh sáng.

C. Ánh sáng trắng chỉ có một màu nhất định gọi là màu trắng.

D. Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc khác nhau có màu biến thiên liên tục từ tím đến đỏ.

50. Trong các phát biểu sau đây về hiện tượng giao thoa ánh sáng, phát biểu nào **sai** ?

A. Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có tính chất sóng.

B. Hiện tượng giao thoa ánh sáng chỉ có thể giải thích được bằng sự giao thoa của hai sóng kết hợp.

C. Những vạch tối là nơi hai sóng ánh sáng không gặp được nhau.

D. Những vạch sáng là nơi hai sóng gặp nhau và tăng cường lẫn nhau.

51. Trong các giải thích sau đây về cầu vồng, giải thích nào đúng ?

A. Các dải màu của cầu vồng là các vân giao thoa của ánh sáng Mặt Trời nhờ các giọt nước nhỏ.

B. Cầu vồng là quang phổ của ánh sánh Mặt Trời do sự tán sắc ánh sáng qua những giọt nước hình cầu tạo ra.

C. Các dải màu của cầu vồng là kết quả của hai hiện tượng tán sắc ánh sáng và giao thoa ánh sáng.

D. Cầu vồng là do hai sóng ánh sáng sau đây gặp nhau và giao thoa với nhau : Một sóng phản xạ trên bề mặt giọt nước, một sóng khúc xạ, phản xạ rồi ló ra ngoài.

52. Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng, vân sáng sẽ xuất hiện tại các điểm có
A. hiệu khoảng cách đến hai nguồn sáng bằng số nguyên lần nửa bước sóng.
B. hiệu khoảng cách đến hai nguồn sáng bằng số nguyên lần bước sóng.
C. hiệu quang trình đến hai nguồn sáng bằng số nguyên lần bước sóng.
D. độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn kết hợp bằng một số chẵn π.

53. Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng, vân tối sẽ xuất hiện tại các điểm có
A. hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng số lẻ lần nửa bước sóng.
B. hiệu quang trình đến hai nguồn bằng số lẻ lần nửa bước sóng.
C. hiệu khoảng cách đến hai nguồn bằng số nguyên lần nửa bước sóng.
D. độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn kết hợp bằng số lẻ lần $\frac{\pi}{2}$.

54. Khi quan sát vân giao thoa của ánh sáng trắng trong thí nghiệm Y-âng, nhận xét nào **sai** ?
A. Chính giữa là vân sáng trắng, hai bên là quang phổ các bậc có màu như cầu vồng.
B. Ở mỗi bậc của quang phổ, vân tím ở gần vân sáng trung tâm hơn là vân đỏ.
C. Các vân giao thoa cùng màu đơn sắc, cùng bậc đối xứng nhau qua vân sáng trung tâm.
D. Quang phổ bậc hai được phân biệt rõ với quang phổ bậc một và bậc ba nhờ các vùng đen.

55. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe sáng a = 0,5 mm, khoảng cách từ hai khe đến màn ảnh là D = 2 m, $\lambda = 0,65\ \mu m$. Khoảng vân giao thoa là
A. 2,60 mm. B. 0,16 m. C. 1,54 mm. D. 3,2 mm.

• Dùng dữ kiện sau đây để trả lời câu 56 và 57.

Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, cho khoảng cách giữa hai khe sáng a = 0,5 mm, khoảng cách giữa khe và màn D = 2 m, chiếu vào hai khe ánh sáng trắng $(0,4\ \mu m \le \lambda \le 0,75\ \mu m)$.

56. Bề rộng quang phổ bậc một là
A. 0,75 mm. B. 2,8 mm. C. 4,60 mm. D. 1,4 mm.

57. Khoảng cách giữa vân đỏ bậc một và vân tím bậc hai là
A. 0,2 mm. B. 2,8 mm. C. 4,4 mm. D. 2,2 mm.

• Dùng các giữ kiện sau đây để trả lời câu 58 và 59.

Trong thí nghiệm Y-âng, cho khoảng cách giữa hai khe sáng a = 0,5 mm, khoảng cách giữa khe đến màn D = 1 m, chiếu vào hai khe một ánh sáng đơn sắc, người ta đo được 5 vân sáng liên tiếp trên màn với độ dài 4 mm.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

58. Bước sóng ánh sáng đơn sắc dùng trong thí nghiệm là

A. 0,55 μm. B. 0,70 μm. C. 0,45 μm. D. 0,50 μm.

59. Cách vân sáng trung tâm một khoảng 3,5 mm là vân gì, bậc k bao nhiêu ?

A. Vân tối, k = 3. B. Vân tối, k = 4.

C. Vân sáng, k = 3. D. Vân sáng, k = 4.

• ***Dùng các giữ kiện sau đây để trả lời câu 60 và 61.***

Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với hai khe Y-âng, cho D = 1,2 m. Chiếu vào hai khe một ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,625$ μm, khoảng vân $i = 0,5$ mm.

60. Khoảng cách a giữa hai khe là

A. 1,7 mm. B. 1,5 mm. C. 2,3 mm. D. 1,4 mm.

61. Độ rộng trường giao thoa là 10 mm. Có bao nhiêu vân sáng và vân tối trên màn ?

A. 21 vân sáng, 20 vân tối. B. 20 vân sáng, 21 vân tối.

C. 19 vân sáng, 20 vân tối. D. 20 vân sáng, 19 vân tối.

62. Điều nào sau đây là **sai** khi nói về máy quang phổ lăng kính ?

Máy quang phổ là dụng cụ

A. hoạt động dựa trên hiện tượng tán sắc ánh sáng qua lăng kính.

B. có cấu tạo từ ba bộ phận chính là ốngg chuẩn trực, lăng kính và buồng ảnh.

C. dùng để phân tích thành phần cấu tạo của nguồn phát sáng.

D. dùng để nhận biết các thành phần cấu tạo của một chùm sáng phức tạp.

63. Trong các phát biểu sau về quang phổ vạch phát xạ, phát biểu nào là **sai** ?

A. Mỗi nguyên tố hóa học ở trạng thái khí hay hơi nóng sáng dưới áp suất thấp cho một quang phổ vạch riêng, đặc trưng cho nguyên tố đó.

B. Quang phổ vạch phát xạ của các chất khác nhau thì khác nhau về số lượng, màu sắc, vị trí và độ sáng tỉ đối của các vạch.

C. Quang phổ vạch phát xạ cho phép nhận biết thành phần cấu tạo hóa học của mẫu mà không cho biết nhiệt độ của mẫu vật.

D. Quang phổ vạch phát xạ của hiđrô có bốn vạch màu riêng đặc trưng là đỏ, lam, chàm, tím nằm trên một nền tối.

64. Nhận xét nào sau đây là **sai** khi nói về quang phổ vạch hấp thụ ?

A. Đó là hệ thống các vạch tối đặc trưng cho từng chất nằm trên nền quang phổ liên tục.

B. Đó là hệ thống các vạch tối đặc trưng cho từng chất nằm trên nền ánh sáng trắng.

C. Đối với một chất nhất định, các vạch tối trong quang phổ vạch hấp thụ nằm đúng vị trí các vạch màu trong quang phổ vạch phát xạ.

D. Dựa vào quang phổ vạch hấp thụ ta cũng có thể nhận biết sự có mặt của nguyên tố hóa học trong mẫu.

65. Để thu được quang phổ vạch hấp thụ thì

A. nhiệt độ của đám khí hay hơi nung nóng phải cao hơn nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.
B. nhiệt độ của đám khí hay hơi nung nóng phải bằng nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.
C. nhiệt độ của đám khí hay hơi nung nóng phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.
D. nhiệt độ của đám khí hay hơi nung nóng không phụ thuộc nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.

66. Trong các phát biểu sau về phép phân tích quang phổ, phát biểu nào **sai** ?
A. Phép phân tích thành phần cấu tạo hóa học của một chất dựa trên nghiên cứu quang phổ gọi là phép phân tích quang phổ.
B. Phép phân tích quang phổ chỉ cho biết thành phần cấu tạo hóa học của một chất không cho biết nhiệt độ của nó.
C. Phép phân tích quang phổ định tính cho kết quả nhanh hơn, đơn giản hơn phép phân tích hóa học.
D. Phép tích quang phổ định lượng rất nhạy, có thể phát hiện ra chất có nồng độ nhỏ dưới 0,02%.

67. Trong các kết luận sau đây về tia hồng ngoại, kết luận nào **sai** ?
A. Các vật nóng sáng chỉ phát ra ánh sáng nhìn thấy không phát ra tia hồng ngoại.
B. Tia hồng ngoại nằm ngoài vùng ánh sáng nhìn thấy và có bước sóng lớn hơn 0,75 μm.
C. Tia hồng ngoại có bản chất là sóng điện từ, do các vật bị nung nóng phát ra.
D. Các vật có nhiệt độ thấp chỉ phát ra tia hồng ngoại.

68. Trong các phát biểu sau đây về tác dụng và ứng dụng của tia hồng ngoại, phát biểu nào **sai** ?
A. Tác dụng nổi bật nhất của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt.
B. Tia hồng ngoại tác dụng lên kính ảnh hồng ngoại.
C. Người ta dùng tia hồng ngoại để ion hóa các chất khí.
D. Người ta dùng tia hồng ngoại là để sấy khô các sản phẩm hoặc để sưởi.

69. Khi nói về tia tử ngoại, phát biểu nào sau đây **sai** ?
A. Mặt Trời, đèn hơi thủy ngân, hồ quang điện, các vật có nhiệt độ trên 3000°C là các vật phát ra tia tử ngoại rất mạnh.
B. Tia tử ngoại có bản chất là sóng điện từ có bước sóng nằm trong khoảng từ tia tím đến tia X.
C. Tia tử ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được có bước sóng nhỏ hơn tia tím $(\lambda < 0,4\ \mu m)$.
D. Thủy tinh, nước không hấp thụ tia tử ngoại.

70. Trong các nhận định sau đây về tác dụng và công dụng của tia tử ngoại, nhận định nào **sai** ?
A. Tia tử ngoại được dùng để phát hiện các vết nứt, vết xước nhỏ trên bề mặt các sản phẩm.

B. Tia tử ngoại tác dụng mạnh lên kính ảnh, ion hóa chất khí, gây ra các phản ứng quang hóa, quang hợp.
C. Tia tử ngoại có một số tác dụng sinh học, nó dùng để chữa bệnh còi xương.
D. Tia tử ngoại dùng để sưởi hoặc sấy trong nông nghiệp.

71. Trong các phát biểu sau về tia Rơn-ghen, phát biểu nào sai ?
A. Tia Rơn-ghen có bản chất là sóng điện từ có bước sóng nằm trong khoảng từ 10^{-12} m đến 10^{-8} m.
B. Đó là bức xạ mắt không nhìn thấy được, xuyên qua thủy tinh, làm đen kính ảnh.
C. Tia Rơn-ghen thực chất là một chùm hạt năng lượng lớn có khối lượng và điện tích.
D. Các êlectron ở tia âm cực thu được động năng lớn, xuyên sâu vào vỏ nguyên tử ở đối âm cực. Nó tương tác với hạt nhân và êlectron lớp dưới, phát ra bức xạ hãm đó là tia Rơn-ghen.

72. Trong các phát biểu sau về đặc điểm và ứng dụng của tia Rơn-ghen, phát biểu nào đúng ?
A. Tia Rơn-ghen không đi qua được lớp chì dày vài mm nên chì được dùng làm màn chắn bảo vệ trong kĩ thuật Rơn-ghen.
B. Tia Rơn-ghen không tác dụng lên kính ảnh, và phim ảnh nên cuộn phim để trong vali sẽ không ảnh hưởng gì khi nó đi qua máy kiểm tra.
C. Tác dụng nổi bật của tia Rơn-ghen là tác dụng nhiệt, nó dùng để sấy hoặc sưởi.
D. Tia Rơn-ghen không gây ra được hiện tượng quang điện khi chiếu bức xạ này vào catôt làm bằng kim loại kiềm của tế bào quang điện.

ĐÁP ÁN

1C	2B	3D	4A	5B	6A	7B	8D	9A
10C	11B	12C	13C	14A	15B	16D	17B	18D
19C	20A	21A	22A	23B	24B	25C	26B	27D
28C	29D	30B	31D	32D	33D	34C	35C	36C
37D	38D	39A	40B	41D	42A	43A	44B	45C
46B	47B	48B	49D	50C	51B	52C	53B	54B
55A	56D	57A	58D	59A	60B	61A	62C	63C
64B	65C	66B	67A	68C	69D	70D	71C	72A

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn C. Lăng kính không phải là nguyên nhân gây ra hiện tượng tán sắc ánh sáng.

2. Chọn B. Bước sóng gây ra cảm giác màu.

3. Chọn D. Các tia sáng màu sau khi đi qua lớp kính và ló ra ngoài thì chồng chất lên nhau.

4. Chọn A. Chiết suất giảm khi bước sóng tăng nên chiết suất ánh sáng đỏ nhỏ hơn chiết suất ánh sáng tím.

5. Chọn B. Vân sáng trung tâm lớn hơn các vân sáng khác nên chúng không đều đặn

6. Chọn A. Màu sắc sặc sỡ trên bong bóng xà phòng là hiện tượng giao thoa ánh sáng.

7. Chọn B. Bề rộng của dải màu là đoạn : $ĐT = OT - OĐ$.

Mà $$OT = OA.\tan D_t = OA.D_t = OA.(n_t - 1)A\ ;$$
$$OĐ = OA.\tan D_d = OA.(n_d - 1)A.$$

Từ đó ta có : $ĐT = OA.(D_t - D_d) = OA.(n_t - n_d)A = 12,56\,(mm)$.

8. Chọn D. Ta có : $\frac{1}{f_d} = (n_d - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$; $\frac{1}{f_t} = (n_t - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$.

Suy ra : $$\frac{f_d}{f_f} = \frac{n_1 - 1}{n_d - 1} = \frac{1,5381 - 1}{1,5145 - 1} = 1,03.$$

9. Chọn A. Ta có vị trí vân sáng lục và đỏ được xác định bởi :
$$x_l = k_l\frac{\lambda_1 D}{a},\ \ x_d = k_d\frac{\lambda_2 D}{a}.$$
Hai vân sáng này trùng nhau khi :
$$x_1 = x_2 \Rightarrow k_l\frac{\lambda_1 D}{a} = k_d\frac{\lambda_2 D}{a} \Rightarrow k_l\lambda_1 = k_d\lambda_2$$
$$\Rightarrow 0,5k_l = 0,75k_d \Leftrightarrow 2k_l = 3k_d.$$
Đẳng thức này thoả mãn với giá trị nhỏ nhất khác 0 của k_l và k_1 nên ta có : $k_l = 3$ và $k_d = 2$. Do đó, hai vân trùng nhau lần đầu tiên ứng với vân sáng đỏ bậc 2.

10. Chọn C. Vì ánh sáng đơn sắc có bước sóng phụ thuộc vào môi trường truyền nên bước sóng của nó không hoàn toàn xác định.

11. Chọn B. Vân tối thứ k được xác định theo công thức :
$$x_k = \left(k - \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}\quad (k = +1, +2, +3, ...).$$

12. Chọn C. Khi đặt bản mỏng trước khe S_1 thì bản mỏng chỉ có tác dụng làm chậm sự truyền ánh sáng phát ra từ S_1 tương đương với sự kéo dài đường đi của tia sáng một đoạn : $e' - e = (n - 1)e$. Do đó, quãng đường d_1 trở thành d_1' với : $\Delta d' = d_2 - d_1' = d_2 - d_1 - (n - 1)e = \frac{ax}{D} - (n - 1)e$.

Mặt khác, điều kiện để có vân trung tâm là :

$$\Delta d' = 0 \Rightarrow \frac{ax}{D} - (n-1)e = 0 \;\Rightarrow x_0 = \frac{(n-1)eD}{a}.$$

Do đó, hệ vân dịch chuyển về phía S_1 một đoạn là $x_0 = \dfrac{(n-1)eD}{a}$.

13. Chọn C. Khi dịch nguồn sáng S theo phương song song với S_1S_2 về phía S_1 một khoảng thì hệ vân sẽ dịch chuyển về phía S_2.

14. Chọn A. Khoảng cách từ vân sáng bậc 3 đến vân sáng bậc 8 ở cùng phía so với vân trung tâm có 5 khoảng vân.

Ta có : $i = \dfrac{L}{5} = \dfrac{3,6}{5} = 0,72$ (mm).

Bước sóng ánh sáng :

$$\lambda = \frac{ia}{D} = \frac{0,72.10^{-3}.1,5.10^{-3}}{2} = 0,54.10^{-6}(\text{m}) = 0,54\ (\mu\text{m}).$$

15. Chọn B. Ta có : $i = \dfrac{\lambda D}{a} = \dfrac{0,5.10^{-6}.1,5}{10^{-3}} = 0,75.10^{-3}(\text{m}) = 0,75$ (mm).

16. Chọn D. Vân tối thứ k được xác định bởi công thức :

$$x_t = \left(k - \frac{1}{2}\right)i\ ;\ x_{t2} = \left(2 - \frac{1}{2}\right)i = \frac{3}{2}.0,75 = 1,125\ (\text{mm}).$$

17. Chọn B. Khoảng vân giao thoa là : $i' = \dfrac{i}{n} = \dfrac{0,75}{1,4} = 0,536$ (mm).

18. Chọn D. Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có bản chất sóng.

19. Chọn C. Hiện tượng giao thoa ánh sáng là sự chồng chất của hai sóng kết hợp. Hai sóng kết hợp hai sóng có cùng tần số và độ lệch pha không đổi.

20. Chọn A. Ta có : $\lambda' = \dfrac{\lambda}{n} \Rightarrow n = \dfrac{\lambda}{\lambda'} = \dfrac{0,4861}{0,3635} = 1,3373.$

21. Chọn A. Ta có : $\lambda' = \dfrac{\lambda}{n} = \dfrac{0,5890}{1,3321} = 0,4422\ (\mu\text{m}).$

22. Chọn A. Ta có : $x_s = ki = \dfrac{k\lambda D}{a} \Rightarrow x_{s2} = \dfrac{2.0,6.10^{-6}.2}{0,3.10^{-3}} = 8$ (mm).

23. Chọn B. Khoảng cách giữa 4 vân sáng liên tiếp tương ứng với 3 khoảng vân nên ta có : $l = 3i = \dfrac{3\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \dfrac{la}{3D} = \dfrac{12.10^{-3}.1,5.10^{-3}}{3.1,5} = 4\ (\mu\text{m}).$

24. Chọn B. Giả sử vân giao thoa tại điểm M được xác định bởi công thức :

$$x = m\frac{\lambda D}{a}\ \text{(với m là một số bất kì)} \Rightarrow m = \frac{ax}{\lambda D} = \frac{10^{-3}.4,5.10^{-3}}{0,5.10^{-6}.1,5} = 6.$$

Vì m là một số nguyên nên tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 6.

25. Chọn C. Ta có : $x_1 = 2i_1 = 2\frac{\lambda_1 D}{a}$, $x_2 = 2i_2 = 2\frac{\lambda_2 D}{a}$.

Suy ra : $\Delta x = x_1 - x_2 = \frac{2D}{a}(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{2.2.10^{-6}}{1,5.10^{-3}}(0,5 - 0,25) = 0,67$ (mm).

26. Chọn B. Khi $\lambda = 0,4\ \mu m$, ta có $n = 1,675$.

Áp dụng : $n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3.10^8}{1,675} = 1,79.10^8$ (m/s).

27. Chọn D. Quang phổ liên tục chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ mà không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của nguồn sáng.

28. Chọn C. Quang phổ vạch của hidrô có 4 màu đặc trưng là : đỏ, lam, chàm, tím.

29. Chọn D. Phép phân tích quang phổ là phương pháp phân tích thành phần cấu tạo của các chất dựa vào việc nghiên cứu quang phổ của chúng.

30. Chọn B. Để xác định được nhiệt độ của nguồn sáng bằng phép phân tích quang phổ, người ta dựa vào quang phổ liên tục của nguồn sáng và sự phân bố năng lượng trong quang phổ.

31. Chọn D. Trong các chất trên thì chất khí có áp suất lớn, ở nhiệt độ cao là phát ra quang phổ liên tục.

32. Chọn D. Để xác định thành phần cấu tạo của một hợp chất khí bằng phép phân tích quang phổ vạch phát xạ, người ta dựa vào tất cả các yếu tố trên.

33. Chọn D. Ống chuẩn trực trong máy quang phổ lăng kính có tác dụng tạo chùm tia song song.

34. Chọn C. Đặc điểm quan trọng của quang phổ liên tục là không phụ thuộc vào thành phần cấu tạo nhưng phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn sáng.

35. Chọn C. Điều kiện phát sinh của quang phổ liên tục là các vật rắn, lỏng hoặc khí có khối lượng riêng lớn khi bị nung nóng phát ra.

36. Chọn C. Mặt Trời phát ra một quang phổ liên tục. Ánh sáng của Mặt Trời khi đi qua lớp khí quyển của Trái Đất cho ta một phổ vạch hấp thụ của khí quyển.

37. Chọn D. Khi nghiên cứu về phổ vạch của vật chất bị kích thích phát quang, dựa vào vị trí các vạch, người ta có thể kết luận về các nguyên tố hóa học cấu thành vật chất.

38. Chọn D. Trong phổ hấp thụ của natri sẽ thiếu tất cả các sóng ngoài sóng có $\lambda = 0,56\ \mu m$.

39. Chọn A. Tia Rơn-ghen ứng dụng được trong máy chiếu X quang là nhờ nó có khả năng đâm xuyên mạnh.

40. Chọn B. Tia hồng ngoại không làm phát quang các chất.

41. Chọn D. Tia hồng ngoại có thể nhận biết bằng pin nhiệt điện.

42. Chọn A. Tia tử ngoại là những bức xạ không nhìn thấy được có tần số sóng lớn hơn tần số sóng của ánh sáng tím.

43. Chọn A. Vật phát được tia hồng ngoại vào môi trường xung quanh phải có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường.

44. Chọn B. Phổ tử ngoại của vật sẽ trải dài hơn về phía sóng có bước sóng ngắn.

45. Chọn C. Trong thang sóng điện từ, ánh sáng được sắp xếp theo thứ tự giảm dần của bước sóng là : Sóng vô tuyến, tia hồng ngoại, ánh sáng khả kiến, tia tử ngoại, tia X, tia gamma.

46. Chọn B. Hai sóng ánh sáng giao thoa trong hiện tượng này là : một sóng phản xạ ở ngay mặt trên của lớp váng ; một sóng, sau khi khúc xạ vào trong lớp váng, bị phản xạ ở mặt dưới, trở lại mặt trên rồi ló ra ngoài. Sóng thứ hai gặp sóng thứ nhất ở ngay trên mặt bản và giao thao với nhau.

47. Chọn B.

48. Chọn B.

49. Chọn D. Ánh sáng trắng là tập hợp của vô số các ánh sáng đơn sắc có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.

50. Chọn C. Trong trường giao thoa những vạch tối là nơi hai sóng gặp nhau và triệt tiêu lẫn nhau không phải là không gặp được nhau.

51. Chọn B. Cầu vồng là quang phổ của ánh sáng Mặt Trời do sự tán sắc ánh sáng qua những giọt nước mưa hình cầu tạo ra.

52. Chọn C. Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng, vân sáng sẽ xuất hiện tại các điểm có hiệu quang trình đến hai nguồn sáng bằng số nguyên lần bước sóng.

53. Chọn B. Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng vân tối sẽ xuất hiện tại các điểm có hiệu quang trình đến hai nguồn bằng số lẻ lần nửa bước sóng.

54. Chọn B. Ở mỗi bậc của quang phổ, vân đỏ ở gần vân sáng trung tâm hơn là vân tím.

55. Chọn A. Áp dụng công thức tính khoảng vân :

$$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{0,65.10^{-6}.2}{0,5.10^{-3}} = 2,6.10^{-3}\,(\mathrm{m}) = 2,6\,(\mathrm{mm}).$$

56. Chọn D. Tính vị trí vân đỏ bậc một và vân tím bậc một sau đó tính được bề rộng quang phổ bậc một :

$$x_{đ1} = k_{đ1}\frac{\lambda_đ D}{a} = 1.\frac{\lambda_đ D}{a},\ \ x_{t1} = k_{t1}\frac{\lambda_t D}{a} = 1.\frac{\lambda_t D}{a} < x_{đ1}.$$

Suy ra : $\Delta x = x_{đ1} - x_{t1} = \frac{D(\lambda_đ - \lambda_t)}{a} = \frac{2.(0,75.10^{-6} - 0,4.10^{-6})}{0,5.10^{-3}}$

$$= 1,4.10^{-3}(\mathrm{m}) = 1,4(\mathrm{mm}).$$

57. Chọn A. Vị trí vân tím bậc hai : $x_{t2} = k_{t2}\dfrac{\lambda_t D}{a} = 2\dfrac{\lambda_t D}{a} > x_{d1}$

Từ đó : $\Delta x' = x_{t2} - x_{d1} = \dfrac{D(2\lambda_t - \lambda_d)}{a} = 0,2.10^{-3}(m) = 0,2\,(mm).$

58. Chọn D. Trong trường giao thoa 5 vân sáng liên tiếp sẽ có 4 khoảng vân dài 4 mm, vậy mỗi khoảng vân i = 1 mm. Từ đó, áp dụng :

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{i.a}{D} = \frac{10^{-3}.0,5.10^{-3}}{1} = 0,5.10^{-6}(m) = 0,5\,(\mu m).$$

59. Chọn A. Trường hợp này có dạng $x = 3,5\,(mm) = \left(k + \dfrac{1}{2}\right).1\,(mm) \Rightarrow k = 3.$

Vân tối, k = 3.

60. Chọn B. Khoảng cách hai khe là a = 1,5 mm.

61. Chọn A. Độ rộng nửa trường giao thoa là 5 mm.
Từ đó x = 5 mm = k.0,5 mm hay là k = 10. Số vân sáng là 2.10 + 1 = 21 vân. Số vân tối là 2.10 = 20 vân.

62. Chọn C. Máy quang phổ là dụng cụ dùng để phân tích thành phần cấu tạo của nguồn phát sáng.

63. Chọn C. Dựa vào quang phổ vạch phát xạ ta biết được thành phần cấu tạo hóa học và nhiệt độ của mẫu.

64. Chọn B.

65. Chọn C. Điều kiện để thu quang phổ hấp thụ là nhiệt độ của đám khí hay hơi nung nóng phải thấp hơn nhiệt độ của nguồn phát ra quang phổ liên tục.

66. Chọn B.

67. Chọn A. Các vật nóng sáng phát ra ánh sáng nhìn thấy sẽ phát ra tia hồng ngoại.

68. Chọn C.

69. Chọn D. Thủy tinh, nước hấp thụ rất mạnh tia tử ngoại.

70. Chọn D. Người ta không dùng tia tử ngoại để sưởi hoặc sấy trong nông nghiệp.

71. Chọn C. Tia Rơn-ghen (X) là sóng điện từ có bước sóng ngắn hơn tia tử ngoại, không thay đổi hướng đi trong điện trường, từ trường.

72. Chọn A. Chỉ có phát biểu này đúng.

Chương 7.

LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Hiện tượng quang điện ngoài. Các định luật quang điện

a) Hiện tượng ánh sáng làm bật các êlectron ra khỏi bề mặt kim loại gọi là hiện tượng quang điện ngoài, thường gọi tắt là *hiện tượng quang điện.*

b) Đặc tuyến vôn – ampe của tế bào quang điện

- Khi $U_{AK} \le -U_h$ thì dòng quang điện bị triệt tiêu hoàn toàn $(I = 0)$.

U_h được gọi là *hiệu điện thế hãm*. Động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện và hiệu điện thế hãm có hệ thức :

$$W_{đ\max} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} = eU_h,$$

trong đó e, m, $v_{0\max}$ lần lượt là độ lớn điện tích, khối lượng và tốc độ ban đầu của êlectron.

- Khi $U_{AK} \ge U_1$ thì cường độ dòng quang điện luôn giữ giá trị không đổi $I = I_{bh}$ và được gọi là *cường độ dòng quang điện bão hoà.*

c) Các định luật quang điện

- *Định luật 1.* Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi ánh sáng kích thích chiếu vào kim loại có bước sóng nhỏ hơn hoặc bằng bước sóng λ_0. λ_0 được gọi là giới hạn quang điện của kim loại đó : $\lambda \le \lambda_0$.
- *Định luật 2.* Đối với mỗi ánh sáng thích hợp (có $\lambda \le \lambda_0$), cường độ dòng quang điện bão hoà tỉ lệ thuận với cường độ của chùm sáng kích thích.
- *Định luật 3.* Động năng ban đầu cực đại của quang êlectron không phụ thuộc cường độ của chùm sáng kích thích, mà chỉ phụ thuộc bước sóng ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.

2. Thuyết lượng tử ánh sáng

Thuyết lượng tử ánh sáng (còn gọi là thuyết phôtôn) có nội dung cơ bản như sau :

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

- Chùm ánh sáng là một chùm các phôtôn (các lượng tử ánh sáng). Mỗi phôtôn có năng lượng xác định $\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$ (f, λ lần lượt là tần số và bước sóng của sóng ánh sáng đơn sắc tương ứng, $h = 6,625.10^{-34}$ J.s là hằng số Plăng). Cường độ của chùm sáng tỉ lệ với số phôtôn phát ra trong *1* giây.
- Phân tử, nguyên tử, êlectron... phát xạ hay hấp thụ ánh sáng, cũng có nghĩa là chúng phát xạ hay hấp thụ phôtôn.
- Các phôtôn bay dọc theo tia sáng với tốc độ $c = 3.10^8$ m/s trong chân không.

3. Công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện : $hf = A + \frac{mv_{0max}^2}{2}$,

trong đó $A = \frac{hc}{\lambda_0}$ gọi là *công thoát* êlectron.

4. Công suất của nguồn sáng : $\mathscr{P} = N_\lambda.\varepsilon$

với N_λ là số phôtôn ứng với bước sóng λ phát ra trong 1 giây.

5. Cường độ dòng quang điện bão hoà : $I_{bh} = n_e e$

với n_e là số êlectron đến anôt trong 1 giây.

6. Hiệu suất lượng tử : $H = \frac{n_e}{n_\lambda}$

với n_e là số êlectron bứt ra khỏi catôt trong 1 giây, n_λ là số phôtôn ứng với bước sóng λ đến đập vào catôt trong 1 giây.

7. Tia Rơn-ghen : $eU_{AK} = \frac{1}{2}mv^2 = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$

với U_{AK} là hiệu điện thế giữa hai đầu anôt và catôt của ống Rơn-ghen, f_{max} là tần số lớn nhất của tia Rơn-ghen mà ống có thể phát ra, λ_{min} là bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen mà ống có thể phát ra, $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ là động năng của êlectron khi tới đối catôt.

- Khi các êlectron đập vào đối catôt (AK) sẽ làm nóng AK. Nhiệt lượng cung cấp làm tăng nhiệt độ của AK lên Δt^o C là :

$$Q = mc\Delta t^o,$$

với m là khối lượng của đối catôt, c là nhiệt dung riêng của chất làm đối catôt.

- Nếu toàn bộ năng lượng êlectron đập vào đều làm nóng đối catôt thì :

$$Q = N_e W_d \tau,$$

với N_e là số êlectron đập vào đối catôt trong 1 giây, τ là thời gian êlectron đập vào đối catôt (tính theo giây).

8. Hiện tượng tạo thành các êlectron dẫn và lỗ trống trong bán dẫn, do tác dụng của ánh sáng có bước sóng thích hợp, gọi là *hiện tượng quang điện trong.*

• Hiện tượng giảm điện trở suất, tức là tăng độ dẫn điện của bán dẫn, khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào gọi là *hiện tượng quang dẫn.*

9. Tiên đề Bo. Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô

a) Tiên đề Bo

• *Tiên đề về các trạng thái dừng :* Nguyên tử chỉ tồn tại trong một số trạng thái có năng lượng xác định E_n, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ.

Bán kính quỹ đạo dừng của êlectron trong nguyên tử hiđrô : $r_n = n^2r_0$,

với n là số nguyên dương và $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m, gọi là *bán kính Bo.*

• *Tiên đề về sự bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử :* Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái dừng có năng lượng E_n sang trạng thái dừng có năng lượng E_m nhỏ hơn thì nguyên tử phát ra một phôtôn có năng lượng đúng bằng hiệu $E_n - E_m$.

$$E_n - E_m = hf_{nm} = \frac{hc}{\lambda_{nm}}$$

(m, n là những số nguyên dương, f_{nm} và λ_{nm} là tần số và bước sóng ứng với bức xạ phát ra).

Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái dừng có năng lượng E_m mà hấp thụ được một phôtôn có năng lượng hf_{nm} đúng bằng hiệu $E_n - E_m$ thì nó chuyển sang trạng thái dừng có năng lượng E_n lớn hơn.

b) Quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô

Bán kính các quỹ đạo dừng tăng tỉ lệ với bình phương các số nguyên liên tiếp.

Tên quỹ đạo :	K	L	M	N	O	P	...
Bán kính ($r_n = r_0n^2$) :	r_0	$4r_0$	$9r_0$	$16r_0$	$25r_0$	$36r_0$	...
Mức năng lượng :	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	...

Trong đó : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$(eV), với n = 1, 2, 3....., ∞.

• *Dãy Lai-man :* phát ra các vạch trong miền tử ngoại. Được tạo thành do các êlectron ở các mức năng lượng cao (n = 2, 3, 4....,∞ ứng với các quỹ đạo tương ứng L, M, N,...) chuyển về mức cơ bản (mức 1, ứng với quỹ đạo K).

• *Dãy Ban-me :* phát ra các vạch phổ, một phần trong miền tử ngoại và 4 vạch phổ trong miền khả kiến (thấy được) : đỏ (H_α), lam (H_β), chàm (H_γ) và tím (H_δ).

Các êlectron ở các mức năng lượng cao (n = 3, 4, 5..., ∞ ứng với các quỹ đạo tương ứng M, N, O,...) chuyển về mức thứ hai (ứng với quỹ đạo L).

• *Dãy Pa-sen :* phát ra các vạch phổ trong vùng hồng ngoại. Các êlectron ở các mức năng lượng cao (n = 4, 5, 6,...∞ ứng với các quỹ đạo tương ứng N, O, P,...) chuyển về mức thứ ba (ứng với quỹ đạo M).

10. Màu sắc của các vật phụ thuộc vào sự hấp thụ lọc lựa và phản xạ lọc lựa của vật đối với ánh sáng chiếu vào vật.

11. Trong hiện tượng quang phát quang, bước sóng của ánh sáng quang phát quang bao giờ cũng lớn hơn bước sóng của ánh sáng mà chất phát quang hấp thụ.

12. Tia laze là ánh sáng kết hợp, có tính đơn sắc rất cao. Chùm tia laze có tính định hướng cao, có cường độ lớn.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. TÌM CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN CỦA HIỆU ỨNG QUANG ĐIỆN

Phương pháp giải

Sử dụng công thức Anh-xtanh để tìm ra bước sóng, tần số, động năng ban đầu cực đại, vận tốc ban đầu cực đại, hiệu điện thế hãm U_h, *điện thế cực đại, công thoát êlectron.*

Chú ý các số liệu khi tính toán mà trong đề bài có thể không cho biết như : độ lớn điện tích êlectron $e = 1,6.10^{-19}$ C ; *hằng số Plăng* $h = 6,625.10^{-34}$ J.s ; *khối lượng êlectron* $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg ; $1eV = 1,6.10^{-19}$ J ;...

Ví dụ 1. Giới hạn quang điện của vonfam là 0,275 μm. Tính :

a) Công thoát của êlectron đối với vonfam.

b) Động năng cực đại của quang êlectron khi bật ra khỏi vonfam nếu bức xạ chiếu vào có bước sóng 0,18 μm.

c) Vận tốc ban đầu cực đại của các quang êlectron đó.

Giải

a) Ta có : $$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,275.10^{-6}} = 7,2.10^{-19}\,(J).$$

b) Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện, ta có :

$$hf = h\frac{c}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = h\frac{c}{\lambda} - A = 3,8.10^{-19}\,(J).$$

c) Ta có : $$W_{d\max} = \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2W_{d\max}}{m}} = 9,1.10^5\,(m/s).$$

Ví dụ 2. Chiếu lần lượt hai chùm sáng kích thích có bước sóng λ_1 và λ_2 vào catôt của một tế bào quang điện thì vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện lần lượt là v_{01max} và v_{02max}. Cho hằng số Plăng $h = 6,625.10^{-34}$ J.s và vận tốc của ánh sáng trong chân không $c = 3.10^8$ m/s, tính khối lượng của êlectron theo các đại lượng đã cho ?

Giải

Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{01max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{1}{2}mv_{01max}^2 ; \qquad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{02max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{1}{2}mv_{02max}^2 . \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra : $\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{1}{2}mv_{01max}^2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{1}{2}mv_{02max}^2$.

Hay
$$m = \frac{2hc}{v_{01max}^2 - v_{02max}^2}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right).$$

Ví dụ 3. Công thoát của một êlectron thoát ra khỏi đồng là $A = 4,47$ eV.

a) Tính giới hạn quang điện của đồng.

b) Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14$ μm vào một quả cầu bằng đồng cô lập và sau đó nối quả cầu này với đất bằng một dây dẫn có điện trở $R = 5\ \Omega$. Tính cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn.

Giải

a) Giới hạn quang điện :

$$\lambda_0 = \frac{h.c}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{4,47.1,6.10^{-19}} = 2,8.10^{-7}(m) = 0,28\ (\mu m).$$

b) Khi chiếu bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,14\ \mu m < \lambda_0$, nên hiện tượng quang điện xảy ra. Các êlectron bật ra khỏi quả cầu làm cho quả cầu tích điện dương, khi đó quả cầu tồn tại một điện thế V. Số êlectron bật ra càng nhiều thì điện thế V càng tăng, V tăng đến giá trị cực đại V_{max}, khi đó điện trường cản làm cho số êlectron quay trở lại quả cầu bằng số êlectron bật ra trong cùng một đơn vị thời gian, dòng quang điện đạt đến giá trị bão hoà. Khi đó, công của điện trường cản đúng bằng động năng ban đầu cực đại của êlectron. Ta có :

$$eV_{max} = \frac{mv_{0max}^2}{2} \qquad (1)$$

Mặt khác, theo công thức Anh-xtanh, ta có : $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0max}^2}{2}$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra : $\frac{hc}{\lambda} = A + eV_{max} \Rightarrow V_{max} = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A}{e}$.

Thay số ta được : $V_{max} = \dfrac{\dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,14.10^{-6}} - 4,47.1,6.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} = 4,4\,(V)$.

Khi nối đất, điện thế $V_đ = 0$. Ta có : $U = V_{max} - V_đ = 4,4\,(V)$.

Vậy, cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn là : $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{4,4}{5} = 0,88\,(A)$.

Dạng 2. CÔNG SUẤT BỨC XẠ. HIỆU SUẤT LƯỢNG TỬ

Phương pháp giải

> *- Nếu đề bài yêu cầu tìm hiệu suất lượng tử, thì ta phải tìm số êlectron bứt ra trong* 1 s *(dựa vào dòng điện bão hoà) và tìm số phôtôn tới trong* 1 s *(dựa vào công suất của chùm sáng).*
>
> *- Nếu đề cho hiệu suất lượng tử (tỉ số giữa số êlectron bật ra với số phôtôn đập vào catôt trong cùng* 1 s*) thì ta lập được một phương trình liên hệ giữa công suất và dòng điện bão hoà.*

Ví dụ 1. Một kim loại dùng làm catôt trong tế bào quang điện có công thoát là 5,2 eV. Chiếu vào catôt một bức xạ có bước sóng 1 200 Å.

a) Tính vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện

b) Giả sử rằng tất cả các êlectron thoát ra từ catôt đều bay về anôt. Cường độ dòng quang điện bão hòa là 0,5 mA. Tính số êlectron thoát ra khỏi catôt trong mỗi giây.

Giải

a) Áp dụng công thức : $\dfrac{hc}{\lambda} = A + \dfrac{mv_{0max}^2}{2}$. Suy ra :

$$v_{0max} = \sqrt{\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)\frac{2}{m}} = \sqrt{\left(\frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,12.10^{-6}} - 5,2.1,6.10^{-19}\right)\frac{2}{9,1.10^{-31}}}$$

$= 4,256.10^5$ (m/s).

b) Ta có : $I_{bh} = ne \Rightarrow n = \dfrac{I_{bh}}{e} = \dfrac{0,5.10^{-3}}{1,6.10^{-19}} = 3125.10^{12}$ êlectron.

Ví dụ 2. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,3\,\mu m$ và công suất $\mathcal{P} = 2,5$ W. Biết hiệu suất lượng tử là 1%, tính cường độ dòng quang điện bão hoà.

Giải

Số êlectron chuyển từ catôt về anôt sau thời gian t : $n = \dfrac{q}{e} = \dfrac{I_{bh}t}{e}$.

Số phôtôn đập vào catôt sau khoảng thời gian t là : $n_\lambda = \dfrac{\mathscr{P} t\lambda}{hc}$.

Hiệu suất lượng tử : $H = \dfrac{n}{n_\lambda} = \dfrac{I_{bh}hc}{e\mathscr{P}\lambda} \Rightarrow I_{bh} = \dfrac{e\lambda H\mathscr{P}}{hc}$.

Thay số ta được : $I_{bh} = \dfrac{1,6.10^{-19}.0,3.10^{-6}.1.2,5}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}.100} = 6.10^{-3}(A) = 6\ (mA)$.

Ví dụ 3. Một tế bào quang điện có catôt làm bằng kim loại với công làm bật một êlectron ra khỏi catôt là $A = 5,15\ eV$.

a) Nếu chiếu vào catôt của tế bào trên một bức xạ có tần số $f = 10^{15}$ Hz thì có xảy ra hiện tượng quang điện không ? Tại sao ?

b) Người ta thay chùm bức xạ trên bằng một chùm bức xạ có bước sóng bằng $\lambda_1 = 2.10^{-7}$ m. Hãy xác định tốc độ lớn nhất của các quang êlectron bật ra.

c) Nối tế bào quang điện với dòng điện một chiều thì người ta thấy cường độ dòng quang điện bão hoà là $I_0 = 4,5.10^{-6}$ A, công suất chiếu sáng là $\mathscr{P} = 3\ mW$. Tìm hiệu suất lượng tử.

Cho $h = 6,625.10^{-34}$ J.s.

Giải

a) Giới hạn quang điện là :

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{5,15.1,6.10^{-19}} = 2,4.10^{-7}\ (m) = 0,24\ (\mu m).$$

Vì $\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{3.10^{8}}{10^{15}} = 3.10^{-7}\ (m) = 0,3\ (\mu m) > \lambda_0$, nên không có hiện tượng quang điện xảy ra.

b) Áp dụng công thức Anh-xtanh, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda_1} - A\right)}.$$

$$\Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{\frac{2}{9,1.10^{-31}}\left(\frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,2.10^{-6}} - 5,15.1,6.10^{-19}\right)} = 0,61.10^{6}\ (m/s).$$

c) Cường độ dòng quang điện bão hoà : $I_0 = n_e.e$.

Suy ra số êlectron bật ra khỏi catôt trong 1 giây là : $n_e = \dfrac{I_0}{e}$.

Công suất chùm sáng : $\mathscr{P} = n_\lambda \varepsilon = n_\lambda \dfrac{hc}{\lambda}$.

Suy ra số phôtôn đến catôt trong 1 giây là : $n_\lambda = \dfrac{\lambda.\wp}{hc}$.

Hiệu suất lượng tử là :

$$H = \frac{n_e}{n_\lambda} = \frac{I_0.h.c}{e\lambda_1.P} = \frac{4,5.10^{-6}.6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}.0,2.10^{-6}.3.10^{-3}} = 0,93.10^{-2} = 0,93\%.$$

Dạng 3. BÀI TOÁN VẺ TIA RƠN-GHEN

Phương pháp giải

> *Bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen phát ra từ ống Rơn-ghen :*
>
> $$hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} = \frac{1}{2}mv^2.$$
>
> *Độ lớn công của lực điện trường :* $A_{AK} = eU = \dfrac{1}{2}mv^2 = hf_{max} = \dfrac{hc}{\lambda_{min}}$.

Ví dụ 1. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt của một ống Rơn-ghen là $U = 20$ kV, bỏ qua động năng ban đầu của các êlectron khi bức ra khỏi catôt. Tính bước sóng nhỏ nhất của ống Rơn-ghen mà ống có thể phát ra.

Giải

Động năng của êlectron khi đập vào đối catôt phần chủ yếu là làm nóng đối catôt và phần còn lại là bức xạ tia Rơn-ghen nên năng lượng của tia Rơn-ghen luôn nhỏ hơn động năng của êlectron khi đập vào đối catôt. Ta có:

$$eU = \frac{1}{2}mv^2 = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{eU}.$$

Thay số ta được : $\lambda_{min} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}.20.10^3} = 0,621.10^{-10}$(m).

Ví dụ 2. *(Trích đề thi Cao đẳng TCCN 2006).* Trong một ống Rơn-ghen, người ta tạo ra một hiệu điện thế không đổi $U = 2.10^4$ V giữa hai cực. Bỏ qua động năng ban đầu của êlectron khi bứt ra khỏi catôt. Tìm bước sóng nhỏ nhất của tia Rơn-ghen.

Giải

Tương tự ví dụ 1, ta có :

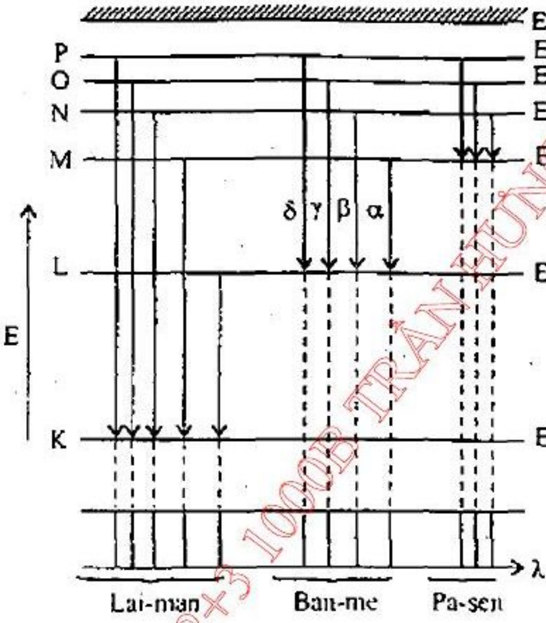
$$eU = \frac{1}{2}mv^2 = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}.$$

Suy ra : $\lambda_{min} = \dfrac{hc}{eU} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,6.10^{-19}.2.10^4} = 6,21.10^{-11}$(m).

Dạng 4. SỰ DỊCH CHUYỂN CỦA QUỸ ĐẠO ÊLECTRON VÀ QUANG PHỔ HIĐRÔ. NĂNG LƯỢNG ION HOÁ

Phương pháp giải

- *Xem kĩ mục 9 ở phần Trọng tâm kiến thức.*
- *Vẽ sơ đồ chuyển mức năng lượng của nguyên tử hiđrô khi tạo thành các vạch quang phổ. Từ đó, dựa vào tiên đề về bức xạ và hấp thụ năng lượng của nguyên tử để suy ra bước sóng, tần số của các vạch quang phổ.*



Ví dụ 1. *(Trích đề thi Cao đẳng năm 2007).* Trong quang phổ vạch của hiđrô, bước sóng của vạch thứ nhất trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển của êlectron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K là $0{,}1217\,\mu m$, vạch thứ nhất của dãy Ban-me ứng với sự chuyển M đến L là $0{,}6563\,\mu m$. Tính bước sóng của vạch quang phổ thứ hai trong dãy Lai-man ứng với sự chuyển M đến K.

Giải

Ta có : $\dfrac{hc}{\lambda_{LK}} = E_L - E_K$ (1) ; $\dfrac{hc}{\lambda_{ML}} = E_M - E_L$ (2)

Từ (1) và (2) ta có : $\dfrac{hc}{\lambda_{MK}} = E_M - E_K = \dfrac{hc}{\lambda_{LK}} + \dfrac{hc}{\lambda_{ML}}$.

Suy ra : $\lambda_{MK} = \dfrac{\lambda_{LK}.\lambda_{ML}}{\lambda_{LK} + \lambda_{ML}} = 0{,}10266\ (\mu m)$.

Ví dụ 2. Bán kính các quỹ đạo dừng trong nguyên tử hiđrô tính theo công thức $r_n = n^2 r_0$, với $r_0 = 5{,}3.10^{-11}$ m. Năng lượng các trạng thái dừng của nguyên tử tính theo công thức $E_n = \frac{-13{,}6}{n^2}$ (eV), n = 1,2,3,... Tính bán kính quỹ đạo dừng ở trạng thái kích thích thứ hai.

Giải

Ở trạng thái cơ bản n = 1, vậy trạng thái kích thích thứ hai ứng với n = 3.

Với n = 3 thay vào ta có : $r_3 = 3^2 r_0 = 47{,}7.10^{-11}$ (m).

Ví dụ 3. Bước sóng của vạch quang phổ thứ nhất trong dãy Lai-man là $\lambda_1 = 0{,}122\ \mu m$, của hai vạch H_α, H_β lần lượt là $\lambda_2 = 0{,}656\ \mu m$ và $\lambda_3 = 0{,}486\ \mu m$. Tính bước sóng của hai vạch tiếp theo trong dãy Lai-man và vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen.

Giải

Vạch thứ nhất trong dãy Lai-man ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo L về quỹ đạo K. Ta có : $E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}} = \frac{hc}{\lambda_1}$. (1)

Vạch H_α trong dãy Ban-me ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo M về quỹ đạo L. Ta có : $E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_2}$. (2)

Vạch H_β trong dãy Ban-me ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo N về quỹ đạo L. Ta có : $E_4 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{42}} = \frac{hc}{\lambda_3}$. (3)

Vạch thứ hai trong dãy Lai-man ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo M về quỹ đạo K. Ta có : $E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}}$. (4)

Vạch thứ ba trong dãy Lai-man ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo N về quỹ đạo K. Ta có : $E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{41}}$. (5)

Vạch đầu tiên trong dãy Pa-sen ứng với sự dịch chuyển của êlectron từ quỹ đạo N về quỹ đạo M. Ta có : $E_4 - E_3 = \frac{hc}{\lambda_{43}}$. (6)

Từ (1) và (2) suy ra : $E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_2} + \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_{31}}$.

Suy ra : $\lambda_{31} = \frac{\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{0{,}122.0{,}656}{0{,}122 + 0{,}656} \approx 0{,}103\ (\mu m)$.

Từ (2) và (3) suy ra : $E_4 - E_3 = \frac{hc}{\lambda_3} - \frac{hc}{\lambda_2}$. (7)

Từ (6) và (7) suy ra :

$$\frac{hc}{\lambda_{43}} = \frac{hc}{\lambda_3} - \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_{43} = \frac{\lambda_2\lambda_3}{\lambda_2 - \lambda_3} = \frac{0,656.0,486}{0,656+0,486} = 1,875\ (\mu m).$$

Ta có : $E_4 - E_1 = E_4 - E_3 + E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{43}} + \frac{hc}{\lambda_{31}}$. (8)

Từ (5) và (8) suy ra :

$$\frac{hc}{\lambda_{41}} = \frac{hc}{\lambda_{43}} + \frac{hc}{\lambda_{31}} \Rightarrow \lambda_{41} = \frac{\lambda_{31}\lambda_{43}}{\lambda_{31} + \lambda_{43}} = \frac{0,103.1,875}{0,103+1,875} \approx 0,098\ (\mu m).$$

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Giới hạn quang điện của Na là 0,5 μm. Chiếu vào Na bức xạ có bước sóng 0,25 μm. Tính vận tốc ban đầu cực đại của êlectron.

Bài 2. Catôt tế bào quang điện Cs có giới hạn quang điện 0,66 μm. Chiếu vào catôt ánh sáng có bước sóng 0,33 μm. Tính hiệu điện thế hãm.

Bài 3. Chiếu bức xạ có bước sóng 0,6 μm vào catôt một tế bào quang điện. Tìm cường độ dòng quang điện bão hòa, biết công suất chiếu sáng là 1,5 W và hiệu suất lượng tử là 0,3%.

Bài 4. Khi chiếu bức xạ $f_1 = 2,2.10^{15}$ Hz vào catôt của một tế bào quang điện thì dòng quang điện triệt tiêu với hiệu điện thế hãm $U_1 = 6,6$ V. Còn khi chiếu bức xạ $f_2 = 2,538.10^{15}$ Hz thì hiệu điện thế hãm có giá trị là $U_2 = 8$ V. Hỏi nếu chiếu đồng thời hai bức xạ trên thì dòng quang điện triệt tiêu với hiệu điện thế U_h bằng bao nhiêu ?

Bài 5. Trong chùm tia Rơn-ghen phát ra từ ống Rơn-ghen, người ta thấy có tia có tần số lớn nhất $f_{max} = 5.10^{18}$ Hz. Tính hiệu điện thế giữa hai cực của ống Rơn-ghen.

Bài 6. Catôt của một tế bào quang điện làm bằng kim loại có công thoát $A = 2,26$ eV.

1. Chiếu bức xạ $\lambda_1 = 0,45$ μm vào catôt của tế bào quang điện nói trên. Hỏi hiện tượng quang điện có xảy ra không ? Tại sao ?

2. Chiếu đồng thời 2 bức xạ λ_1 và $\lambda_2 = 0,25$ μm vào tế bào quang điện nói trên.

a) Tính vận tốc cực đại v_{max} của các quang êlectron.

b) Hiệu điện thế giữa catôt và anôt bằng bao nhiêu để không có êlectron nào từ catôt đến anôt.

c) Nếu không có hiệu điện thế hãm. Hỏi các êlectron có bị bật hết ra khỏi catôt không ?

Bài 7. Một tế bào quang điện có catôt làm bằng kim loại với công thoát là $A = 2\,eV$.

a) Chiếu vào catôt của tế bào trên một bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,3975\ \mu m$. Hỏi năng lượng của phôtôn và động năng cực đại của các quang êlectron bằng bao nhiêu ?

b) Để dòng quang điện triệt tiêu người ta phải nối catôt và anôt với nguồn điện một chiều. Hỏi hiệu điện thế tạo ra giữa anôt và catôt là bao nhiêu ?

c) Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt đạt đến một giá trị nào đó người ta đo được dòng quang điện bão hoà là $I_{bh} = 2$ mA và hiệu suất lượng tử $H = 0,4\%$. Hãy tính số phôtôn đập vào catôt trong 1 s.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. ***Hướng dẫn :*** Áp dụng công thức Anh-xtanh ta tìm được :

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}\right)} = 9.10^5\,(m/s).$$

Bài 2. ***Hướng dẫn :*** Áp dụng công thức Anh-xtanh :

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + eU_h \Rightarrow U_h = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}\right) = 1,88\ (V).$$

Bài 3. ***Hướng dẫn :*** Hiệu suất lượng tử :

$$H = \frac{Ihc}{e\mathscr{P}\lambda} \Rightarrow I = \frac{e\mathscr{P}H\lambda}{hc} = \frac{1,6.10^{-19}.1,5.3.10^{-3}.0,6.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}} \approx 2.10^{-3}\,(A).$$

Bài 4. ***Hướng dẫn :*** Vì $f_2 > f_1$ nên để dòng quang điện triệt tiêu cần phải có hiệu điện thế hãm $U_h = U_1$.

Bài 5. ***Hướng dẫn :*** Ta có : $hf_{max} = eU$, suy ra :

$$U = \frac{hf_{max}}{e} = \frac{6,625.10^{-34}.5.10^{18}}{1,6.10^{-19}} = 2,07.10^4\ (V).$$

Bài 6. ***Hướng dẫn :***

1. Giới hạn quang điện : $\lambda_0 = \dfrac{h.c}{A} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{2,26.1,6.10^{-19}} = 5,5.10^{-7}\,(m).$

$\lambda_1 < \lambda_0$ nên có hiện tượng quang điện xảy ra.

2. a) Ta có : $\lambda_2 < \lambda_1$, suy ra bức xạ λ_2 có năng lượng lớn hơn bức xạ λ_1 nên các quang êlectron có động năng cực đại lớn hơn $(v_{02} > v_{01})$.

Theo công thức Anh-xtanh : $h\dfrac{c}{\lambda} = A + \dfrac{1}{2}mv_0^2$.

Suy ra : $$v_{02} = \sqrt{\frac{2}{9,1.10^{-31}}\left(\frac{6,625.10^{-31}.3.10^{8}}{0,25.10^{-6}} - 2,26.1,6.1^{-19}\right)}$$
$$= 0,976.10^{6}\ (\text{m/s}).$$

b) Để không có êlectron nào chuyển động từ catôt về anột thì công của lực điện trường bằng động năng cực đại của êlectron. Ta có :

$$e.U_h = W_{d_{02}} \Rightarrow U_h = \frac{W_{d_{02}}}{e} = \frac{1}{2}\frac{m.{v_{0_2}}^2}{e} = \frac{9,1.10^{-31}.0,976.10^{6}}{2.1,6.10^{-19}} = 2,7\ (\text{V}).$$

c) Êlectron không bị bứt ra hết khỏi tấm kim loại vì khi bị mất êlectron thì thanh kim loại mang điện tích dương, nếu êlectron bị bứt ra càng nhiều thì thanh kim loại tích điện dương càng lớn nên lực hút tĩnh điện giữa êlectron và thanh kim loại càng mạnh đến một lúc lực đủ lớn, số êlectron bứt ra bằng số êlectron quay trở lại.

Bài 7. ***Hướng dẫn :*** a) Năng lượng của 1 phôtôn :

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,3975.10^{-6}} = 50.10^{-20}\ (\text{J}).$$

Theo công thức Anh-xtanh, ta có :

$$W_d = h.\frac{c}{\lambda} - A = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,3975.10^{-6}} - 2.1,6.10^{-19} = 1,8.10^{-19}\ (\text{J}).$$

b) Ta có : $W_d = eU_h = 1,125$ (V).

c) Ta có : $I_{bh} = n_e e \Rightarrow n_e = \frac{I_{bh}}{e}$;

$$n_\lambda = \frac{n_e}{H} = \frac{I_{bh}}{H.e} = \frac{2.10^{-3}}{0,4.10^{-2}.1,6.10^{-19}} = 3,125.10^{18}\ (\text{hạt}).$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Hiện tượng quang điện là hiện tượng các êlectron bức ra khỏi bề mặt kim loại khi tấm kim loại
   A. bị nung nóng.
   B. tích nhiều điện tích âm.
   C. bị cọ xát.
   D. bị ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp chiếu vào.

2. Trong các kết luận sau, kết luận nào sai đối với thí nghiệm Hec-xơ ?
   A. Chùm sáng chiếu vào tấm kẽm do hồ quang phát ra giàu tia tử ngoại.
   B. Hai lá kẽm tích điện dương thì nó không bị cụp lại điều đó chứng tỏ điện tích dương không bị mất đi.
   C. Hai lá kẽm tích điện âm thì nó bị cụp lại điều đó chứng tỏ điện tích âm bị mất đi.
   D. Dùng tấm thuỷ tinh chắn chùm tia sáng do hồ quang điện phát ra để hấp thụ các tia hồng ngoại.

3. Trong thí nghiệm đối với tế bào quang điện thì nhận xét nào sau đây là **sai** ?
A. Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt nhỏ thì dòng quang điện tăng tỉ lệ với hiệu điện thế đặt vào anôt và catôt.
B. Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt đạt đến giá trị nào đó thì mặc dù tiếp tục tăng hiệu điện thế này nhưng cường độ dòng quang điện không tăng nữa.
C. Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt bằng 0 thì dòng quang điện triệt tiêu hoàn toàn do không có êlectron bay về anôt.
D. Hiệu điện thế hãm đặt vào anôt và catôt phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất kim loại dùng làm catôt.

4. Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng của ánh sáng kích thích
A. nhỏ hơn giới hạn quang điện.
B. nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện.
C. lớn hơn giới hạn quang điện.
D. lớn hơn hoặc bằng giới hạn quang điện.

5. Khi chiếu ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp vào catôt của một tế bào quang điện thì cường độ dòng quang điện bão hoà sẽ tỉ lệ thuận với
A. cường độ của chùm sáng kích thích.
B. bước sóng của ánh sáng kích thích.
C. thời gian chiếu ánh sáng kích thích.
D. cường độ của chùm sáng kích thích và bước sóng của ánh sáng kích thích.

6. Động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện phụ thuộc vào
A. cường độ và bước sóng của ánh sáng kích thích.
B. bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.
C. bản chất của kim loại dùng làm catôt và cường độ của chùm sáng kích thích.
D. cường độ, bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.

7. Chiếu ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda = 0,42\ \mu m$ vào catôt của một tế bào quang điện có công thoát là 2 eV, để dòng quang điện triệt tiêu ta phải đặt hiệu điện thế hãm có giá trị là
A. $0,958\,V$. B. $2,732\,V$. C. $-2,986\,V$. D. $-0,958\,V$.

8. Định luật quang điện thứ ba được biểu diễn bởi công thức nào sau đây ?
A. $eU_h = \frac{1}{2}mv_{0max}$. B. $eU_h = \frac{1}{2}mv^2_{0max}$.
C. $eU_h = v_{0max}$. D. $eU_h = v^2_{0max}$.

9. Công thoát của Zn là 3,55 eV thì giới hạn quang điện của nó là
A. $0,35\ \mu m$. B. $0,12\ \mu m$. C. $0,34\ \mu m$. D. $0,56\ \mu m$.

10. Chiếu đồng thời 4 bức xạ có bước sóng lần lượt là $\lambda_1 = 0,30\ \mu m$, $\lambda_2 = 0,38\ \mu m$, $\lambda_3 = 0,45\ \mu m$, $\lambda_4 = 0,50\ \mu m$ vào một tấm kẽm cô lập về điện. Hỏi những bức xạ nào có thể gây ra hiện tượng quang điện ?
A. Bức xạ λ_1. Bức xạ λ_2. Bức xạ λ_3. Bức xạ λ_4.

11. Giới hạn quang điện của một kim loại là $0,546\ \mu m$, công thoát của kim loại này là
A. 5,824 eV. B. 2,275 eV. C. 3,64 eV. D. 1,213 eV.

12. Chiếu lần lượt hai chùm ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda_1 = 0,25\ \mu m$ và $\lambda_2 = 0,3\ \mu m$ vào catôt của một tế bào quang điện, người ta tính được tỉ số giữa động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện của bức xạ thứ nhất và thứ hai là $n = 2,25$. Cho hằng số Plăng và vận tốc ánh sáng truyền trong chân không, công thoát của kim loại dùng làm catôt là

A. 0,357 μm. B. 0,642 μm. C. 0,573 μm. D. 0,415 μm.

• ***Dùng các dữ kiện sau đây để trả lời các câu 13, 14.***
Một kim loại dùng làm catôt trong tế bào quang điện có công thoát là 3,1 eV. Chiếu lần lượt vào catôt của tế bào quang điện các bức xạ : $\lambda_1 = 0,12\ \mu m$; $\lambda_2 = 0,39\ \mu m$; $\lambda_3 = 0,55\ \mu m$; $\lambda_4 = 0,70\ \mu m$.

13. Giới hạn quang điện của kim loại dùng làm catôt là

A. 0,4 μm. B. 0,13 μm. C. 0,413 μm. D. 0,64 μm.

14. Trong các bức xạ trên chiếu vào catôt, bức xạ nào gây ra được hiện tượng quang điện ?

A. λ_3 và λ_4. B. λ_1 và λ_2.
C. λ_1, λ_2 và λ_3. D. λ_1, λ_2, λ_3 và λ_4.

• ***Dùng các dữ kiện sau đây để trả lời các câu 15, 16.***
Cho quả cầu cô lập bằng kim loại, ban đầu trung hòa điện. Chiếu vào nó một bức xạ có bước sóng $0,27.10^{-6}$ m, động năng ban đầu cực đại của êlectron bứt ra là 4 eV.

15. Công thoát của kim loại trên là

A. 1,24 eV. B. 2,12 eV. C. 0,6 eV. D. 3,36 eV.

16. Sau một thời gian chiếu thay bức xạ trên bằng bức xạ có bước sóng $\lambda = 3\,000\ \mathring{A}$. Động năng ban đầu cực đại của êlectron quang điện là

A. 0 eV. B. 3,3 eV. C. 2,7 eV. D. 0,79 eV.

• ***Dùng các dữ kiện sau đây để trả lời các câu 17, 18.***
Một kim loại dùng làm catôt trong tế bào quang điện có công thoát là 5,2 eV. Chiếu vào catôt một bức xạ có bước sóng $1\,200\ \mathring{A}$.

17. Vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện là

A. $1,1.10^6$ m/s. B. $2,49.10^6$ m/s. C. $3,165.10^5$ m/s. D. $4,256.10^5$ m/s.

18. Giả sử rằng tất cả các êlectron thoát ra từ catôt đều bay về anôt. Cường độ dòng quang điện bão hòa là 0,5 mA. Số êlectron thoát ra khỏi catôt trong mỗi giây là

A. 8.10^{16}. B. 3125.10^{12}. C. 5590.10^{14}. D. 7476.10^{13}.

19. Chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số f_1, f_2 vào catôt của một tế bào quang điện. Để làm triệt tiêu hoàn toàn các dòng quang điện bão hòa tương ứng phải dùng các hiệu điện thế hãm U_{h1}, U_{h2}. Cho biết điện tích nguyên tố e. Hằng số Plăng có thể tính được theo biểu thức nào sau đây ?

A. $h = e.\frac{U_{h1} - U_{h2}}{f_2 - f_1}$.
B. $h = e\frac{f_1 - f_2}{U_{h2} - U_{h1}}$.

C. $h = e\frac{U_{h1} - U_{h2}}{f_1 - f_2}$.
D. $h = e\frac{U_{h2} - U_{h1}}{f_1 - f_2}$.

20. Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số là f_1, f_2 (với $f_1 < f_2$) vào một quả cầu kim loại đặt cô lập thì đều xảy ra hiện tượng quang điện với điện thế cực đại của quả cầu lần lượt là V_1, V_2. Nếu chiếu đồng thời hai bức xạ trên vào quả cầu này thì điện thế cực đại của nó là

A. V_2.
B. $(V_1 + V_2)$.

C. $|V_1 - V_2|$.
D. V_1.

21. Chiếu lần lượt hai bức xạ có bước sóng λ_1, λ_2 vào catôt của tế bào quang điện. Người ta tính được tỉ số vận tốc ban đầu cực đại của êlectron quang điện của bức xạ thứ nhất và bức xạ thứ hai là n. Cho hằng số Plăng h và vận tốc ánh sáng trong chân không c. Công thoát của kim loại dùng làm catôt trên tính theo công thức nào sau đây ?

A. $A = \frac{hc}{n^2 - 1}\left(\frac{n^2}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$.
B. $A = \frac{hc}{n^2}\left(\frac{n^2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_1}\right)$.

C. $A = \frac{hc}{1 - n^2}\left(\frac{n^2}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)$.
D. $A = \frac{hc}{n^2 + 1}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{n^2}{\lambda_2}\right)$.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 22, 23.

Kim loại làm catôt của một tế bào quang điện có giới hạn quang điện là $0,5.10^{-6}$ m. Chiếu vào catôt một bức xạ có bước sóng $0,4.10^{-6}$ m.

22. Vận tốc ban đầu cực đại của êlectron quang điện là

A. $2,18.10^5$ m/s.
B. $4,67.10^5$ m/s.
C. $6,9.10^5$ m/s.
D. $2,63.10^5$ m/s.

23. Để làm triệt tiêu hoàn toàn dòng quang điện, hiệu điện thế hãm nhận giá trị nào sau đây ?

A. 0,62 V.
B. – 1 V.
C. 1,6 V.
D. – 6,2 V.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 24, 25.

Catôt của tế một bào quang điện có công thoát 3,92 eV. Chiếu vào catôt một bức xạ có bước sóng $0,2.10^{-6}$ m với công suất bức xạ của nguồn sáng $\mathscr{P} = 0,2$ W.

24. Số phôtôn đập vào catôt trong mỗi giây là

A. 6.10^{17}.
B. 2.10^{17}.
C. 10^{18}.
D. 3.10^{16}.

25. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt phải thỏa mãn điều kiện nào sau đây để không có êlectron nào bay về anôt ?

A. $U_{AK} < 0$ V.
B. $U_h = -2{,}8$ V.
C. $U_{AK} \le -2{,}29$ V.
D. $U_{AK} \le 2{,}29$ V.

26. Một quả cầu kim loại cô lập, ban đầu trung hòa điện có giới hạn quang điện là $0{,}35.10^{-6}$ m. Chiếu một bức xạ có bước sóng $0{,}18.10^{-6}$ m vào quả cầu. Điện thế cực đại của quả cầu là bao nhiêu ?

A. 2,1 V.
B. 8,58 V.
C. 3,35 V.
D. 5,36 V.

• ***Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 27, 28.***

Chiếu vào catôt của tế bào quang điện một bức xạ có bước sóng $0{,}646.10^{-6}$ m, với công suất bức xạ $\mathscr{P} = 1{,}5$ W. Người ta thu được dòng quang điện bão hòa $I_{bh} = 3{,}2$ mA.

27. Số êlectron bứt ra khỏi catôt trong mỗi phút là

A. $1{,}2.10^{17}$.
B. $0{,}33.10^{16}$.
C. 3.10^{17}.
D. $1{,}2.10^{18}$.

28. Tính tỉ số êlectron bứt ra khỏi catôt (n_e) và số phôtôn (n_λ) đập vào catôt trong mỗi giây là

A. $0{,}25.10^{3}$.
B. $4{,}1.10^{-3}$.
C. 2.10^{-3}.
D. $0{,}5.10^{-3}$.

• ***Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 29, 30.***

Một ống Rơn-ghen có hiệu điện thế giữa anôt và catôt là 17 kV.

29. Vận tốc cực đại của êlectron trước khi đập vào đối âm cực là

A. $7{,}73.10^7$ m/s.
B. $1{,}87.10^7$ m/s.
C. $7{,}18.10^7$ m/s.
D. $6{,}1.10^7$ m/s.

30. Bước sóng ngắn nhất λ_{min} của tia X do ống phát ra có giá trị

A. 0,58 Å.
B. 3,25 Å.
C. 0,73 Å.
D. 1,25 Å.

31. Chiếu chùm ánh sáng kích thích vào quả cầu kim loại cô lập về điện có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0{,}3$ μm. Điện thế cực đại quả cầu tích được là 2,07 V. Bước sóng của ánh sáng kích thích là

A. $\lambda = 0{,}167$ μm.
B. $\lambda = 0{,}200$ μm.
C. $\lambda = 0{,}230$ μm.
D. $\lambda = 0{,}155$ μm.

32. Trên quỹ đạo thứ hai vận tốc của êlectron là 2.10^6 m/s, trên quỹ đạo thứ tư vận tốc của nó có giá trị

A. 10^6 m/s.
B. 2.10^6 m/s.
C. $\frac{1}{2}.10^6$ m/s.
D. $\frac{1}{4}.10^6$ m/s.

33. Chiếu lần lượt hai chùm sáng kích thích có bước sóng λ_1 và λ_2 vào catôt của một tế bào quang điện thì vận tốc ban đầu cực đại của các êlectron quang điện lần lượt là v_{01max} và v_{02max}. Cho hằng số Plăng h và vận tốc của ánh sáng trong chân không c, khối lượng của êlectron được tính theo công thức

A. $m = \dfrac{2hc}{v_{01max}^2 - v_{02max}^2}\left(\dfrac{1}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1}\right)$. B. $m = \dfrac{2hc}{v_{01max}^2 - v_{02max}^2}\left(\dfrac{1}{\lambda_1} - \dfrac{1}{\lambda_2}\right)$.

C. $m = \dfrac{2hc}{v_{01max}^2 + v_{02max}^2}\left(\dfrac{1}{\lambda_2} - \dfrac{1}{\lambda_1}\right)$. D. $m = \dfrac{2hc}{v_{01max}^2 + v_{02max}^2}\left(\dfrac{1}{\lambda_2} + \dfrac{1}{\lambda_1}\right)$.

34. Chiếu ánh sáng kích thích vào catôt của một tế bào quang điện thì thu được dòng quang điện bão hoà có cường độ 0,32 mA. Giả sử toàn bộ êlectron bật ra từ catôt đều chuyển về anôt. Số êlectron bật ra từ catôt chuyển về anôt sau 20 s là

A. 4.10^{13}. B. 2.10^{15}. C. 2.10^{12}. D. 4.10^{16}.

35. Chiếu vào catôt của tế bào quang điện bức xạ có bước sóng $\lambda = 0,3\ \mu m$ và công suất $\mathscr{P} = 2,5$ W. Biết hiệu suất lượng tử là 1%, cường độ dòng quang điện bão hoà có giá trị là

A. 6 mA. B. 0,6 mA. C. 0,06 mA. D. 0,006 mA.

36. Chiếu ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda = 0,25\ \mu m$ vào catôt của một tế bào quang điện có bước sóng giới hạn $\lambda_0 = 0,3\ \mu m$ rồi tách một chùm hẹp các êlectron quang điện và hướng nó vào từ trường. Để các êlectron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính R = 4 cm, độ lớn của cảm ứng từ B là

A. $0,767.10^{-4}$ T. B. $0,543.10^{-4}$ T. C. $0,414.10^{-4}$ T. D. $0,242.10^{-4}$ T.

37. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt của một ống Rơn-ghen là $U = 20$ kV, bỏ qua động năng ban đầu của các êlectron khi bứt ra khỏi catôt, bước sóng nhỏ nhất của ống Rơn-ghen mà ống có thể phát ra là

A. $0,195.10^{-10}$ m. B. $0,124.10^{-10}$ m.

C. $0,621.10^{-10}$ m. D. $0,994.10^{-10}$ m.

- ***Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 38, 39, 40 và 41.***

Cho biết vạch đầu tiên trong dãy Lai-man $\lambda_{21} = 0,121\ \mu m$, và ba vạch trong dãy Ban-me là :

$H_\alpha : \lambda_{32} = 0,656\ \mu m$; $H_\beta : \lambda_{42} = 0,486\ \mu m$; $H_\gamma : \lambda_{52} = 0,434\ \mu m$.

38. Bước sóng vạch thứ hai trong dãy Lai-man có giá trị là

A. 0,103 μm. B. 0,157 μm. C. 0,186 μm. D. 0,251 μm.

39. Tần số vạch thứ ba trong dãy Lai-man là

A. $3,1.10^{14}$ Hz. B. $10,25.10^{14}$ Hz.

C. $30,76.10^{14}$ Hz. D. $19,87.10^{14}$ Hz.

40. Bước sóng vạch thứ nhất trong dãy Pa-sen, nhận giá trị nào sau đây ?

A. 1,350 μm. B. 0,74 μm. C. 0,280 μm. D. 1,875 μm.

41. Tần số vạch thứ hai trong dãy Pa-sen, nhận giá trị nào sau đây ?

A. $11,48.10^{14}$ Hz. B. $2,34.10^{14}$ Hz.

C. $3,83.10^{14}$ Hz. D. $0,78.10^{14}$ Hz.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 42, 43 và 44.

Năng lượng trên các quỹ đạo dừng của êlectron trong nguyên tử hiđrô tính theo công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV), với n = 1, 2, 3, ...

42. Năng lượng của êlectron trên quỹ đạo N là

A. $-3,4$ eV. B. $-1,5$ eV. C. $-0,54$ eV. D. $-0,85$ eV.

43. Cho êlectron ở trạng thái cơ bản, năng lượng ion hóa có giá trị là

A. $E \geq 13,6$ eV.
B. $E \geq -13,6$ eV.
C. $-13,6 \text{ eV} < E < 13,6$ eV.
D. $E < -13,6$ eV.

44. Độ biến thiên năng lượng của êlectron khi nó nhảy từ quỹ đạo O về quỹ đạo L có giá trị là

A. 2,856 eV. B. 3,923 eV. C. 4,15 eV. D. 9,52 eV.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 45, 46.

Năng lượng trên các quỹ đạo dừng của êlectron trong nguyên tử hiđrô tính theo công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV), n = 1,2,3,... Cho êlectron ở trạng thái cơ bản.

45. Chiếu lần lượt hai bức xạ mà phôtôn có năng lượng $E_1 = 7$ eV, $E_2 = 3,4$ eV vào nguyên tử hiđrô. Bức xạ nào làm êlectron chuyển mức năng lượng và chuyển lên mức nào ?

A. Bức xạ thứ nhất ; n = 3.
B. Bức xạ thứ nhất ; n = 2.
C. Bức xạ thứ hai ; n = 2.
D. Bức xạ thứ hai ; n = 4.

46. Chiếu bức xạ mà phôtôn có năng lượng 17,2 eV vào nguyên tử hiđrô trên. Vận tốc của êlectron thoát ra khỏi nguyên tử là

A. $5,76.10^6$ m/s. B. $1,26.10^6$ m/s. C. $7,9.10^5$ m/s. D. $11,25.10^5$ m/s.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 47, 48.

Bán kính các quỹ đạo dừng trong nguyên tử hiđrô tính theo công thức $r_n = n^2 r_0$, với $r_0 = 5,3.10^{-11}$ m. Năng lượng các trạng thái dừng của nguyên tử tính theo công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV), n = 1,2,3,...

47. Bán kính quỹ đạo dừng ứng với n = 3 có giá trị là

A. $15,6.10^{-11}$ m. B. $31,8.10^{-11}$ m. C. $47,7.10^{-11}$ m. D. $84,8.10^{-11}$ m.

48. Êlectron ở trạng thái kích thích n = 3. Nguyên tử có thể phát ra những bức xạ nào dưới đây ?

A. 0,101 μm ; 0,656 μm ; 0,326 μm.
B. 0,103 μm ; 0,12 μm ; 0,223 μm.
C. 0,121 μm ; 0,656 μm ; 0,341 μm.
D. 0,103 μm ; 0,121 μm ; 0,656 μm.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 49, 50.

Năng lượng các trạng thái dừng của nguyên tử tính theo công thức $E_n = \frac{-13,6}{n^2}$ (eV), $n = 1,2,3,...$

49. Bước sóng dài nhất trong dãy Pa-sen là

A. 0,656 μm. B. 0,822 μm. C. 1,875 μm. D. 1,235 μm.

50. Bước sóng ngắn nhất trong dãy Pa-sen là

A. 1,879 μm. B. 0,41 μm. C. 0,735 μm. D. 0,822 μm.

• Dùng các dữ kiện cho sau đây để trả lời các câu 51, 52.

51. Xét dãy Lai-man trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, các vạch này được tạo thành khi các êlectron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo nào sau đây ?

A. Quỹ đạo M. B. Quỹ đạo N. C. Quỹ đạo K. D. Quỹ đạo P.

52. Các vạch này thuộc vùng nào trong thang sóng điện từ ?

A.Nhìn thấy.
B. Hồng ngoại.
C. Tử ngoại.
D. Một phần hồng ngoại, một phần ánh sáng nhìn thấy.

53. Bước sóng ứng với hai vạch đầu tiên trong dãy Lai-man là $\lambda_{21} = 0,122$ μm, $\lambda_{31} = 0,103$ μm. Bước sóng đầu tiên trong dãy Ban-me là

A. $\lambda_\alpha = 0,652$ μm. B. $\lambda_\alpha = 0,659$ μm.
C. $\lambda_\alpha = 0,655$ μm. D. $\lambda_\alpha = 0,661$ μm.

54. Xét dãy Ban-me trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, các vạch này thuộc vùng nào trong thang sóng điện từ ?

A. Hồng ngoại.
B. Tử ngoại
C. Ánh sáng nhìn thấy
D. Một phần ánh sáng nhìn thấy, một phần tử ngoại.

55. Xét dãy Pa-sen trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, các vạch này được tạo thành khi các êlectron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo nào sau đây ?

A. Quỹ đạo N. B. Quỹ đạo L. C. Quỹ đạo P. D. Quỹ đạo M

56. Xét dãy Pa-sen trong quang phổ vạch của nguyên tử hiđrô, các vạch này thuộc vùng nào trong thang sóng điện từ ?

A. Nhìn thấy.
B. Hồng ngoại.
C. Tử ngoại.
D. Một phần hồng ngoại, một phần nhìn thấy.

57. Cường độ dòng quang điện **không** phụ thuộc vào yếu tố nào trong các yếu tố sau ?

A. Bước sóng λ của ánh sáng kích thích.
B. Cường độ I của chùm sáng kích thích.
C. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt U_{AK}.
D. Bản chất của kim loại dùng làm catôt.

58. Động năng ban đầu của quang êlectron phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây ?
A. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt.
B. Bước sóng của ánh sáng kích thích.
C. Cường độ của chùm sáng kích thích.
D. Cả 3 yếu tố trên.

59. Hiện tượng quang điện là quá trình dựa trên
A. sự giải phóng các phôtôn khi kim loại bị đốt nóng.
B. sự tác dụng của êlectron lên tế bào quang điện.
C. sự giải phóng các êlectron từ mặt kim loại dưới tác dụng của điện trường.
D. sự giải phóng các êlectron từ mặt kim loại do tương tác giữa chúng với các phôtôn.

60. Phát biểu nào sau đây là **đúng** khi nói về năng lượng của phôtôn ?
A. Năng lượng của phôtôn tỉ lệ với tần số ánh sáng.
B. Năng lượng của phôtôn giảm khi truyền trong môi trường có chiết suất n.
C. Năng lượng của phôtôn càng nhỏ thì ánh sáng thể hiện tính chất sóng càng mạnh.
D. Năng lượng của phôtôn có độ lớn như nhau đối với mọi ánh sáng có bước sóng càng nhỏ.

61. Với một tế bào quang điện cho trước, để có dòng quang điện thì điều kiện nào sau đây phải thỏa mãn ?
A. Bóng chân không phải làm bằng thuỷ tinh nhẹ.
B. Cường độ của chùm sáng kích thích phải đủ lớn.
C. Tần số của chùm sáng kích thích phải lớn hơn một giá trị xác định.
D. Điện thế ở anôt phải lớn hơn điện thế ở catôt.

62. Ánh sáng đỏ và ánh sáng tím có bước sóng lần lượt là $\lambda_đ = 0,768$ μm và $\lambda_t = 0,410$ μm. Năng lượng phôtôn tương ứng với hai ánh sáng trên là
A. $\varepsilon_đ = 1,696.10^{-19}$ J ; $\varepsilon_t = 0,905.10^{-19}$ J.
B. $\varepsilon_đ = 2,588.10^{-19}$ J ; $\varepsilon_t = 4,848.10^{-19}$ J.
C. $\varepsilon_đ = 1,696.10^{-20}$ J ; $\varepsilon_t = 0,905.10^{-20}$ J.
D. $\varepsilon_đ = 2,588.10^{-20}$ J ; $\varepsilon_t = 4,848.10^{-20}$ J.

63. Một phôtôn có năng lượng là 2,65 eV. Bước sóng của ánh sáng
A. 0,750 μm. B. 0,213 μm. C. 0,469 μm. D. 0,133 μm.

64. Một ngọn đèn có công suất phát xạ là 120 W, phát ra ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,3313$ μm. Số phôtôn mà ngọn đèn đã phát ra được trong 1 giây là
A. $1,64.10^{19}$ hạt. B. 2.10^{20} hạt. C. $1,64.10^{20}$ hạt. D. 2.10^{19} hạt.

65. Giới hạn quang điện của kali là 0,578 μm. Công thoát A của kali là
A. 3,44 eV. B. 2,15 eV. C. 1,20 eV. D. 0,75 eV.

66. Công thoát của đồng A = 4,14 eV. Giới hạn quang điện của nó là
A. 0,48 μm. B. 0,21 μm. C. 0,30 μm. D. 0,33 μm.

67. Chiếu lần lượt hai ánh sáng có bước sóng $\lambda_1 = 0,768$ μm và $\lambda_2 = 0,410$ μm vào tấm kim loại ta thấy tỉ số các vận tốc ban đầu cực đại của các quang êlectron bằng 2. Công thoát của kim loại đó là
A. 1,1 eV. B. 1,9 eV. C. 1,6 eV. D. 2,1 eV.

68. Công thoát của nhôm là 3,7 eV. Khi chiếu ánh sáng có bước sóng 0,12 μm vào 1 tấm nhôm thì động năng ban đầu cực đại của quang êlectron là
A. 14,05 eV. B. 6,65 eV C. 12,09 eV. D. 20,06 eV.

69. Trong một tế bào quang điện hiệu điện thế hãm tương ứng với ánh sáng kích thích có bước sóng λ là 1,26 V. Vận tốc ban đầu cực đại của quang êlectron là
A. $0,47.10^5$ m/s. B. $0,67.10^5$ m/s. C. $0,67.10^6$ m/s. D. $0,47.10^6$ m/s.

70. Khi chiếu ánh sáng có bước sóng λ = 0,41 μm vào catôt của một tế bào quang điện, có giới hạn quang điện $\lambda_0 = 0,5$ μm. Hiệu điện thế hãm là
A. 0,87 eV. B. 5,38 eV. C. 0,68 eV. D. 8,83 eV.

71. Một tế bào quang điện có cường độ dòng quang điện bão hoà là 120 μA. Số êlectron bứt ra khỏi catôt trong 1 giây là
A. 5.10^{14} hạt. B. $7,5.10^{13}$ hạt. C. 5.10^{13} hạt. D. $7,5.10^{14}$ hạt

72. Một bóng đèn có công suất phát xạ $\mathscr{P}$ = 3W, trong 1 giây phát ra được 12.10^{19} phôtôn. Bước sóng của ánh sáng do đèn phát ra là
A. 0,75 μm. B. 0,95 μm. C. 0,795 μm. D. 0,85 μm.

73. Một ngọn đèn có công suất $\mathscr{P}$ = 1 W phát ra bức xạ có bước sóng 0,55 μm đập vào catôt của một tế bào quang điện. Nếu mỗi phôtôn tới làm bật ra một quang êlectron thì cường độ của dòng quang điện bão hoà là
A. 0,443 A. B. 0,28 A. C. 1,33 A. D. 0,805 A.

74. Đối với ánh sáng kích thích có bước sóng λ = 0,47 μm thì độ nhạy của một tế bào quang điện là J = 6,5 mA/W (nghĩa là khi chùm sáng tới có công suất 1W thì cường độ dòng quang điện bão hoà là 6,5 mA). Hiệu suất lượng tử của tế bào quang điện (số quang êlectron chia cho số phôtôn tới) là
A. 0,26%. B. 5,73%. C. 2,75%. D. 1,72%.

75. Khi chiếu lần lượt hai bức xạ có tần số $f_1 = 2,200.10^{15}$ Hz và $f_2 = 2,583.10^{15}$ Hz vào catôt của một tế bào quang điện thì hiệu điện thế hãm tương ứng là $U_{h_1} = 6,6$ V và $U_{h_2} = 8$ V. Hằng số Plăng được xác định trong thí nghiệm trên có trị số
A. $6,625.10^{-34}$ J.s. B. $6,624.10^{-34}$ J.s.
C. $6,629.10^{-34}$ J.s. D. $6,627.10^{-34}$ J.s.

ĐÁP ÁN

1D	2D	3C	4B	5A	6B	7A	8B	9A	10A
11B	12A	13A	14B	15C	16A	17D	18B	19C	20B
21A	22B	23A	24B	25C	26C	27D	28B	29A	30C
31B	32A	33B	34D	35A	36A	37C	38A	39A	40D
41B	42D	43A	44A	45C	46D	47B	48D	49C	50D
51C	52C	53D	54D	56D	56B	57D	58B	59D	60A
61C	62B	63C	64B	65B	66C	67B	68B	69C	70C
71D	72C	73A	74D	75D					

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn D. Hiện tượng quang điện là hiện tượng các êlectron bứt ra khỏi bề mặt kim loại khi tấm kim loại bị ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp chiếu vào.

2. Chọn D. Thủy tinh hấp thụ mạnh các tia tử ngoại.

3. Chọn C. Khi hiệu điện thế giữa anôt và catôt nhỏ hơn 0 thì vẫn có êlectron bật ra khỏi bề mặt catôt và chuyển động về anôt, tức là dòng quang điện vẫn tồn tại. Chỉ khi hiệu điện thế đạt đến một giá trị nào đó mà công cản của lực điện trường đúng bằng động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện thì không có êlectron nào chuyển động về anôt, lúc đó dòng quang điện mới triệt tiêu hoàn toàn. Hiệu điện thế giữa anôt và catôt lúc đó được gọi là hiệu điện thế hãm.

4. Chọn B. Theo định luật quang điện thứ nhất, hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng của ánh sáng kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện.

5. Chọn A. Theo định luật quang điện thứ hai, khi ánh sáng kích thích có bước sóng thỏa mãn điều kiện của định luật quang điện thứ nhất thì cường độ dòng quang điện bão hòa sẽ tỉ lệ thuận với cường độ chùm sáng kích thích.

6. Chọn B. Theo định luật quang điện thứ ba, động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện không phụ thuộc vào cường độ của chùm sáng kích thích mà chỉ phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích và bản chất của kim loại dùng làm catôt.

7. Chọn A. Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2}mv_{0\max}^2 = A + eU_h.$$

Suy ra : $U_h = \frac{hc}{e\lambda} - \frac{A}{e} = \frac{6{,}625.10^{-34}.3.10^8}{1{,}6.10^{-19}.0{,}420.10^{-6}} - \frac{2.1{,}6.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} = 0{,}958\ (V).$

8. Chọn B. Khi bức ra khỏi bề mặt kim loại, các êlectron quang điện có một vận tốc ban đầu v_0, điện trường cản mạnh đến một mức nào đó thì ngay cả các êlectron có vận tốc ban đầu cực đại v_{0max} cũng không bay về anôt được, lúc đó dòng quang điện triệt tiêu hoàn toàn và công cản của lực điện trường có giá trị đúng bằng động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện.

9. Chọn A. Theo định luật quang điện thứ nhất :

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{3,55.1,6.10^{-19}} = 0,350.10^{-6}(m) = 0,350\ (\mu m).$$

10. Chọn A. Theo câu trên ta đã tính giới hạn quang điện của Zn là $\lambda_0 = 0,35\ \mu m$. Hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng của ánh sáng kích thích nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn quang điện nên trong 4 chùm ánh sáng kích thích trên, hiện tượng quang điện chỉ xảy ra với ánh sáng kích thích có bước sóng $\lambda_1 = 0,3\ \mu m$.

11. Chọn B. Công thoát của kim loại là :

$$A = \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,546.10^{-6}} = 3,604.10^{-19}(J) = 2,275\ (eV).$$

12. Chọn A. Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + W_{d\max 1} \Rightarrow W_{d\max 1} = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}\right);$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + W_{d\max 2} \Rightarrow W_{d\max 2} = hc\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0}\right).$$

Do $\frac{W_{d1\max}}{W_{d2\max}} = n$, nên $W_{d1\max} = nW_{d2\max}$. Suy ra :

$$\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0} = n\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_0}\right) \Rightarrow \lambda_0 = \frac{n-1}{\frac{n}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}} = \frac{2,25-1}{\frac{2,25}{0,30} - \frac{1}{0,25}}.10^{-6} = 0,357\ (\mu m).$$

13. Chọn A. Có $\lambda_0 = \frac{hc}{A} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{3,1.1,6.10^{-19}} = 0,4.10^{-6}(m) = 0,4\,(\mu m)$.

14. Chọn B. Vì chỉ có λ_1, $\lambda_2 < \lambda_0$ nên hai bức xạ này gây ra được hiện tượng quang điện.

15. Chọn C. Áp dụng công thức Anh-xtanh :

$$hf = A + \frac{mv_{0\max}^2}{2} \Rightarrow A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{0,27.10^{-6}} - 4.1,6.10^{-19}$$

$$= 0,96.10^{-19}(J) = 0,6\ (eV).$$

16. Chọn A. Vì bức xạ này không gây ra được hiện tượng quang điện.

17. Chọn D. Áp dụng công thức $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_{0max}^2}{2}$, suy ra :

$$v_{0max} = \sqrt{\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)\frac{2}{m}} = \sqrt{\left(\frac{6,625.10^{-34}.3.10^{-8}}{0,12.10^{-6}} - 5,2.1,6.10^{-19}\right)\frac{2}{9,1.10^{-31}}}$$

$$= 4,256.10^5\ (m/s).$$

18. Chọn B. Ta có : $I_{bh} = ne \Rightarrow n = \frac{I_{bh}}{e} = \frac{0,5.10^{-3}}{1,6.10^{-19}} = 3125.10^{12}$.

19. Chọn C. Ta có : $\left.\begin{array}{l} hf = A + \frac{mv_{0max}^2}{2} \\ eU_h = \frac{mv_{0max}^2}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow hf = A + eU_h$.

Theo bài ra : $\left.\begin{array}{l} hf_1 = A + eU_{h1} \\ hf_2 = A + eU_{h2} \end{array}\right\}$.

Suy ra : $h(f_1 - f_2) = e(U_{h1} - U_{h2}) \Rightarrow h = e\frac{U_{h1} - U_{h2}}{f_1 - f_2} = e\frac{U_{h2} - U_{h1}}{f_2 - f_1}$.

20. Chọn A. Ta có : $hf = A + \frac{mv_{0max}^2}{2} = A + eV.$ (1)

Từ (1) ta thấy, điện thế V của quả cầu càng lớn khi tần số f của bức xạ chiếu vào quả cầu càng lớn. Vì $f_1 < f_2$ nên điện thế cực đại của quả cầu sẽ được quyết định bởi bức xạ có tần số f_2. Do đó, điện thế cực đại của quả cầu là V_2.

21. Chọn A. Ta có : $\frac{hc}{\lambda_1} = A + \frac{mv_{01max}^2}{2} \Rightarrow \frac{m}{2}v_{01max}^2 = \frac{hc}{\lambda_1} - A$;

$$\frac{hc}{\lambda_2} = A + \frac{mv_{02max}^2}{2} \Rightarrow \frac{m}{2}v_{02max}^2 = \frac{hc}{\lambda_2} - A.$$

Suy ra : $\frac{v_{01max}^2}{v_{02max}^2} = \left(\frac{v_{01max}}{v_{02max}}\right)^2 = \frac{\frac{hc}{\lambda_1} - A}{\frac{hc}{\lambda_2} - A} = n^2 \Rightarrow A = \frac{hc}{n^2 - 1}\left(\frac{n^2}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$.

22. Chọn B. Ta có :

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{mv_{0max}^2}{2} \Rightarrow v_{0max} = \sqrt{\left(\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0}\right)\frac{2}{m}} = 4,67.10^5\ (m/s).$$

23. Chọn A. Ta có :

$$eU_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2} \Rightarrow U_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2e} = \frac{9,1.10^{-31}(4,67.10^5)^2}{2(1,6.10^{-19})} = 0,62(\text{V}).$$

24. Chọn B. Ta có $\mathscr{P} = n_\lambda\varepsilon$ trong đó n_λ số phôtôn ứng với bức xạ λ phát ra trong mỗi giây ; $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ là lượng tử ánh sáng. Số phôtôn đập vào catôt trong mỗi giây : $n_\lambda = \frac{\mathscr{P}}{\varepsilon} = \frac{\mathscr{P}\lambda}{hc} = \frac{0,2.0,2.10^{-6}}{6,625.10^{-34}.3.10^8} \approx 2.10^{17}$.

25. Chọn C. Với $e = 1,6.10^{-19}$ C, ta có :

$$eU_h = \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A \Rightarrow U_h = \frac{1}{e}\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right) = 2,29\,(\text{V}).$$

Để không một êlectron nào có thể bay về anôt ta cần có :

$$U_{AK} \le -U_h = -2,29\text{ V}.$$

26. Chọn C. Áp dụng :

$$eU_{\max} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow U_{\max} = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 3,35\,(\text{V}).$$

27. Chọn D. Ta có : $I_{bh} = n_e e \Rightarrow n_e = \frac{I_{bh}}{e}$ là số êlectron bứt ra khỏi catôt trong mỗi giây, từ đó số êlectron bứt ra khỏi catôt trong mỗi phút là :

$$n'_e = 60n_e = 60.\frac{I_{bh}}{e} = 1,2.10^{18}.$$

28. Chọn B. Từ câu 24 và câu 27 ta có : $\frac{n_e}{n_\lambda} = \frac{\frac{I_{bh}}{e}}{\frac{\mathscr{P}\lambda}{hc}} = \frac{I_{bh}hc}{e.\mathscr{P}\lambda} = 4,1.10^{-3}$.

29. Chọn A. Vận tốc cực đại của êlectron trước khi đập vào catôt thõa mãn điều kiện : $eU_{AK} = \frac{mv_{0\max}^2}{2} \Rightarrow v_{0\max} = \sqrt{2\frac{eU_{AK}}{m}} = 7,73.10^7\,(\text{m/s})$.

30. Chọn C. Khi toàn bộ động năng của êlectron ngay trước khi đập vào đối âm cực chuyển thành năng lượng của tia X thì bước sóng tia X phát ra là nhỏ nhất. Ta có : $eU_{AK} = \frac{hc}{\lambda_{min}} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{eU_{AK}} = 0,73.10^{-10}$ (m/s).

31. Chọn B. Khi chiếu ánh sáng kích thích có bước sóng thích hợp vào quả cầu kim loại thì hiện tượng quang điện xảy ra. Các êlectron bức ra khỏi bề mặt quả cầu nên quả cầu có điện thế dương. Điện thế này sinh công cản $A = qV = eV$ lên các êlectron bức ra sau đó. Ban đầu công cản này còn bé nên các êlectron vẫn tiếp tục bật ra. Khi công cản này có độ lớn đúng bằng động năng ban đầu cực đại của các êlectron quang điện thì số êlectron quay trở lại quả cầu kim loại bằng số êlectron bật ra trong cùng một đơn vị thời gian, điện thế lúc đó đạt giá trị cực đại.

Ta có : $$eV_{max} = \frac{1}{2}mv_{0max}^2.$$

Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện, ta có :

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{0max}^2 = \frac{hc}{\lambda_0} + eV_{max}.$$

Từ đó, suy ra :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{eV_{max}}{hc} = \frac{1}{0,3.10^{-6}} + \frac{1,6.10^{-19}2,07}{6,625.10^{-34}.3.10^8} = 4,999.10^6 = 0,2\ (\mu m).$$

32. Chọn A. Êlectron chuyển động quanh hạt nhân trên quỹ đạo tròn có bán kính r nhận lực Cu-lông làm lực hướng tâm nên :

$$\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{ke^2}{mr} = \frac{ke^2}{n^2mr_0}.$$

Vận tốc của êlectron trên quỹ đạo thứ hai : $v_2^2 = \frac{ke^2}{4mr_0}$.

Vận tốc của êlectron trên quỹ đạo thứ tư : $v_4^2 = \frac{ke^2}{16mr_0}$.

Từ đó, suy ra : $\frac{v_2^2}{v_4^2} = \frac{16}{4} = 4 \Rightarrow \frac{v_2}{v_4} = 2 \Rightarrow v_4 = \frac{v_2}{2} = 10^6\ (m/s)$.

33. Chọn B. Theo công thức Anh-xtanh về hiện tượng quang điện :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{01max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{1}{2}mv_{01max}^2; \qquad (1)$$

$$\frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_0} + \frac{1}{2}mv_{02max}^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{1}{2}mv_{02max}^2. \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có : $\frac{hc}{\lambda_1} - \frac{1}{2}mv_{01max}^2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{1}{2}mv_{02max}^2$

Suy ra : $$m = \frac{2hc}{v_{01max}^2 - v_{02max}^2}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right).$$

34. Chọn D. Số êlectron chuyển từ catôt về anôt sau thời gian t là :

$$n = \frac{q}{e} = \frac{I_{bh}t}{e} = \frac{0,32.10^{-3}.20}{1,6.10^{-19}} = 4.10^{16}.$$

35. Chọn A. Số êlectron chuyển từ catôt về anôt sau thời gian t là : $n = \frac{q}{e} = \frac{I_{bh}t}{e}$.

Số phôtôn đập vào catôt sau khoảng thời gian t là : $n_\lambda = \frac{\mathscr{P}t\lambda}{hc}$.

Hiệu suất lượng tử : $H = \frac{n}{n_\lambda} = \frac{I_{bh}hc}{e\mathscr{P}\lambda}$. Suy ra :

$$I_{bh} = \frac{e\lambda H\mathscr{P}}{hc} = \frac{1,6.10^{-19}.0,3.10^{-6}.1.2,5}{6,625.10^{-34}.3.10^{8}.100} = 6.10^{-3}(A) = 6\,(mA).$$

36. Chọn A. Êlectron chuyển động trong từ trường nhận lực Lo-ren-xơ làm lực hướng tâm. Ta có : $f_L = m_e a_{ht} \Rightarrow ev_0B = m_e\frac{v^2_{0max}}{R_{max}} \Rightarrow B = \frac{mv_{0max}}{eR_{max}}$.

Thay $v_{0max} = \sqrt{\frac{2hc}{m}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$, ta được : $B = \frac{m}{eR_{max}}\sqrt{\frac{2hc}{m}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$.

Thay số : $B = \frac{9,1.10^{-31}}{1,6.10^{-19}4.10^{-2}}\sqrt{\frac{2.6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{9,1.10^{-31}}\left(\frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,3}\right)\frac{1}{10^{-6}}}$

$= 0,767.10^{-4}\,(T).$

37. Chọn C. Động năng của êlectron khi đập vào đối catôt phần chủ yếu là làm nóng đối catôt và phần còn lại là bức xạ tia Rơn-ghen nên năng lượng của tia Rơn-ghen luôn nhỏ hơn động năng của êlectron khi đập vào đối catôt. Ta có :

$$\frac{hc}{\lambda} \le \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \le eU \Rightarrow \lambda_{min} \ge \frac{hc}{eU} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^{8}}{1,6.10^{-19}.20.10^{3}} = 0,621.10^{-10}(m).$$

Đối với hiện tượng quang điện bên trong, các êlectron chỉ bứt ra khỏi liên kết để trở thành các êlectron dẫn.

38. Chọn A. Ta có : $\left.\begin{aligned} E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}} \\ E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{hc}{\lambda_{21}} + \frac{hc}{\lambda_{32}}$.

Suy ra : $\frac{1}{\lambda_{31}} = \frac{1}{\lambda_{21}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \Rightarrow \lambda_{31} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{32}}{\lambda_{21} + \lambda_{32}} \approx 0,103\,(\mu m)$.

39. Chọn A. Ta có : $\left.\begin{aligned} E_4 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{42}} \\ E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{41}} = \frac{hc}{\lambda_{42}} + \frac{hc}{\lambda_{21}}$. Suy ra :

$$\lambda_{41} = \frac{\lambda_{21}\lambda_{42}}{\lambda_{21} + \lambda_{42}} = 0,0968\,(\mu m) \Rightarrow f_{41} = \frac{c}{\lambda_{41}} = \frac{3.10^{8}}{0,968.10^{-6}} \approx 3,1.10^{14}\,(Hz).$$

40. Chọn D. Ta có : $\left.\begin{aligned} E_4 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{42}} \\ E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_4 - E_3 = \frac{hc}{\lambda_{42}} - \frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{hc}{\lambda_{43}}$.

Suy ra : $\lambda_{43} = \dfrac{\lambda_{32}\lambda_{42}}{\lambda_{32} - \lambda_{42}} = 1,875\ (\mu m)$.

41. Chọn B. Ta có : $\left.\begin{matrix} E_5 - E_2 = \dfrac{hc}{\lambda_{52}} \\ E_3 - E_2 = \dfrac{hc}{\lambda_{32}} \end{matrix}\right\} \Rightarrow E_5 - E_3 = \dfrac{hc}{\lambda_{52}} - \dfrac{hc}{\lambda_{32}} = \dfrac{hc}{\lambda_{53}}$. Suy ra :

$$\lambda_{53} = \frac{\lambda_{32}\lambda_{52}}{\lambda_{32} - \lambda_{52}} = 1,282\ (\mu m) \Rightarrow f_{53} = \frac{c}{\lambda_{53}} = \frac{3.10^8}{1,282.10^{-6}} = 2,34.10^{14}\ (Hz).$$

42. Chọn D. Trên quỹ đạo N ta có n = 4, do đó ta có : $E_4 = \dfrac{-13,6}{4^2} = -0,85\ (eV)$.

43. Chọn A. Năng lượng tối thiểu để ion hóa nguyên tử hiđrô từ trạng thái cơ bản là 13,6 eV, có thể ion hóa nguyên tử hiđrô với một năng lượng $E \geq 13,6$ eV.

44. Chọn A. Trên quỹ đạo O có $n = 5 \Rightarrow E_5 = -0,544$eV, trên quỹ đạo L có $n = 2 \Rightarrow E_2 = -3,4$ eV.
Độ biến thiên năng lượng $\Delta E = E_5 - E_2 = 2,856$ (eV).

45. Chọn C. Theo thuyết Bo ta thấy chỉ có bức xạ thứ hai làm cho êlectron nhảy từ trạng thái cơ bản lên quỹ đạo n = 2.

46. Chọn D. Một phần năng lượng được chiếu vào sẽ dùng để ion hóa nguyên tử hiđrô, phần còn lại là động năng ban đầu của êlectron :

$$E_đ = 17,2 - 13,6 = 3,6\ (eV) = 3,6.10^{-19}\ (J).$$

Mặt khác, ta có : $E_đ = W_đ = \dfrac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\dfrac{2E_đ}{m}} = 11,25.10^5$ (m/s).

47. Chọn B. Với n = 3 thay vào ta có : $r_3 = 3^2 r_0 = 47,7.10^{-11}$ (m).

48. Chọn D. Nguyên tử có khả năng phát ra 3 bức xạ khi êlectron nhảy từ quỹ đạo n = 3 về n = 1 ; n = 3 về n = 2 và sau đó là n = 2 về n = 1. Áp dụng :

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}}\ ;\ E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}}\ ;\ E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}}.$$

Thay các giá trị năng lượng, tính toán ta có :

$$\lambda_{31} = 0,103\ \mu m\ ;\ \lambda_{32} = 0,656\ \mu m\ ;\ \lambda_{21} = 0,121\ \mu m.$$

49. Chọn C. Ta có bước sóng dài nhất trong dãy Pa-sen ứng với khi êlectron nhảy từ quỹ đạo n = 4 về quỹ đạo n = 3, từ $E_4 - E_3 = \dfrac{hc}{\lambda_{43}}$. Thay các giá trị năng lượng, tính toán ta được $\lambda_{43} = 1,875$ µm.

50. Chọn D. Bước sóng ngắn nhất trong dãy Pa-sen ứng với khi êlectron nhảy từ quỹ đạo n bằng vô cùng về quỹ đạo n = 3. Ta có : $E_\infty = 0$; $E_3 = -1,511$ eV.

Suy ra : $E_\infty - E_3 = \dfrac{hc}{\lambda_{\infty 3}} = 1{,}511.1{,}6.10^{-19}\,J$

$\Rightarrow \lambda_{\infty 3} = 0{,}822.10^{-6}\,m = 0{,}822\,\mu m.$

51. Chọn C. Các vạch trong dãy Lai-man tạo thành khi các êlectron chuyển từ quỹ đạo bên ngoài về quỹ đạo K.

52. Chọn C. Thuộc vùng tử ngoại.

53. Chọn D. Bước sóng ứng với vạch đầu tiên trong dãy Lai-man được tạo thành khi êlectron trong nguyên tử chuyển từ quỹ đạo dừng thứ hai về quỹ đạo dừng thứ nhất :

$$E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}}. \qquad (1)$$

Bước sóng ứng với vạch thứ hai trong dãy Lai-man được tạo thành khi êlectron trong nguyên tử chuyển từ quỹ đạo dừng thứ ba về quỹ đạo dừng thứ nhất :

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}}. \qquad (2)$$

Trừ theo vế (3) cho (2) ta được : $E_3 - E_2 = hc\left(\dfrac{1}{\lambda_{31}} - \dfrac{1}{\lambda_{21}}\right).$

Bước sóng đầu tiên trong dãy Ban-me được tạo thành khi êlectron trong nguyên tử chuyển từ quỹ đạo dừng thứ ba về quỹ đạo dừng thứ hai, do đó :

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = hc\left(\frac{1}{\lambda_{31}} - \frac{1}{\lambda_{21}}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{32}} = \frac{1}{\lambda_{31}} - \frac{1}{\lambda_{21}}$$

Suy ra : $\lambda_{32} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{\lambda_{31}} - \dfrac{1}{\lambda_{21}}} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{0{,}103} - \dfrac{1}{0{,}122}}.10^{-6} = 0{,}661\,(\mu m).$

54. Chọn D. Một phần ánh sáng nhìn thấy, một phần tử ngoại.

55. Chọn D. Quỹ đạo M.

56. Chọn B. Các vạch này thuộc vùng hồng ngoại trong thang sóng điện từ.

57. Chọn D. Cường độ dòng quang điện không phụ thuộc vào bản chất của kim loại dùng làm catôt.

58. Chọn B. Động năng ban đầu của quang êlectron phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng kích thích.

59. Chọn D. Hiện tượng quang điện là quá trình dựa trên sự giải phóng các êlctrron từ mặt kim loại do tương tác của chúng với các phôtôn.

60. Chọn A.

61. Chọn C. Để có dòng quang điện trong tế bào quang điện thì tần số của ánh sáng kích thích phải lớn hơn một giá trị xác định vì bước sóng của ánh sáng kích thích phải nhỏ hơn giới hạn quang điện của kim loại làm catôt.

62. Chọn B. Theo công thức $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$, ta có :

$$\varepsilon_d = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,768.10^{-6}} \approx 2,588.10^{-19}(J);$$

$$\varepsilon_t = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,410.10^{-6}} = 4,848.10^{-19}(J).$$

63. Chọn C. Theo công thức $\varepsilon = \dfrac{hc}{\lambda}$, ta có :

$$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{2,65.1,6.10^{-19}} = 0,469\ (\mu m).$$

64. Chọn B. Ta có năng lượng của phôtôn là :

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,3313.10^{-6}} = 6.10^{-19}(J).$$

Số phôtôn đèn phát ra trong 1 giây là : $n = \dfrac{\mathscr{P}}{\varepsilon} = \dfrac{120}{6.10^{-19}} = 2.10^{20}$ hạt.

65. Chọn B. Ta có : $A = \dfrac{hc}{\lambda_0} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{0,578.10^{-6}} = 3,44.10^{-19}(J) = 2,15\ (eV).$

66. Chọn C. Ta có : $A = \dfrac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda_0 = \dfrac{hc}{A} = \dfrac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{4,14.1,6.10^{-19}} = 0,30\ (\mu m).$

67. Chọn B. Theo công thức Anh-xtanh ta có :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = A + W_{d\max 1}\ (1)\ \text{và}\ \frac{hc}{\lambda_2} = A + W_{d\max 2}.\ (2)$$

Mà theo giả thiết : $v_1 = 2v_2 \Rightarrow W_{d\max 1} = 4W_{d\max 2}$.

Lấy (1) trừ (2) ta được : $\dfrac{hc}{\lambda_1} - \dfrac{hc}{\lambda_2} = W_{d\max 1} - W_{d\max 2} = 3W_{d\max 2}$. Suy ra :

$$W_{d\max 2} = \frac{hc}{3}.\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{3.10^{-6}}\left(\frac{1}{0,55} - \frac{1}{0,54}\right) = 0,416\ (eV).$$

Thay vào (2) ta được : $A = \dfrac{hc}{\lambda_2} - W_{d\max 2} = 1,9\ (eV).$

68. Chọn B. Theo công thức : $\dfrac{hc}{\lambda} = A + W_{d\max}$. Suy ra :

$$W_{d\max} = \frac{hc}{\lambda} - A = \frac{6,625.10^{-34}}{0,12.10^{-6}.1,6.10^{-19}} - 3,7 = 6,65\ (eV).$$

69. Chọn C. Ta có : $W_{d\max} = eU_h \Rightarrow \dfrac{m.V^2}{2} = eU_h$. Suy ra :

$$v=\sqrt{\frac{2.e.U_h}{m}}=\sqrt{\frac{2.1,6.10^{-19}.1,26}{9,1.10^{-31}}}=0,67.10^6\ (m/s).$$

70. Chọn C. Ta có : $\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{hc}{\lambda_0}+eU_h \Rightarrow U_h=\left(\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_0}\right)\frac{1}{e}=0,68\ (V).$

71. Chọn D. Ta có : $I=n.e \Rightarrow n=\frac{I}{e}=\frac{120.10^{-6}}{1,6.10^{-19}}=7,5.10^{14}$ hạt.

72. Chọn C. Theo công thức : $\varepsilon=\frac{\mathscr{P}}{n}=\frac{3}{12.10^{19}}=0,25.10^{-19}(J).$

Mặt khác : $\varepsilon=\frac{hc}{\lambda}$, suy ra $\lambda=\frac{hc}{\varepsilon}=0,795\ (\mu m).$

73. Chọn A. Ta có : $n=\frac{\mathscr{P}}{e}=\frac{\mathscr{P}\lambda}{h.c}$ và $I=N.e.$

Mà $n=N \Rightarrow I=\frac{n.\mathscr{P}\lambda.e}{h.c}=\frac{0,55.10^{-6}.1,6.10^{-19}}{6,625.10^{-34}.3.10^8}=0,443\ (A).$

74. Chọn D. Theo giả thiết, ta có : $J=\frac{I}{\mathscr{P}}=\frac{N.e}{n.\varepsilon} \Rightarrow \frac{N}{n}=\frac{\varepsilon.J}{e}=\frac{h.c.J}{e.\lambda}.$

Do đó : $H=\frac{N}{n}.100\%=\frac{6,625.10^{-34}.3.10^8.6.5.10^{-3}}{1,6.10^{-19}.0,47.10^{-6}}.100\%=1,72\%.$

75. Chọn D. Ta có : $hf_1=A+eU_{h_1}$ và $hf_2=A+eU_{h_2}.$

Trừ hai phương trình cho nhau, ta được : $h(f_1-f_2)=e(U_{h1}-U_{h2}).$

Suy ra : $h=\frac{e(U_{h_1}-U_{h_2})}{f_1-f_2}=\frac{1,6.10^{-19}.(6,6-8)}{2,2-2,538}=6,627.10^{-34}(J.s).$

Chương 8.

SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Các tiên đề Anh-xtanh

- ***Tiên đề I** (nguyên lí tương đối) :* Các định luật vật lí (cơ học, điện từ học, ...) có cùng một dạng như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính.
- ***Tiên đề II** (nguyên lí về sự bất biến của ánh sáng) :* Tốc độ ánh sáng trong chân không có cùng độ lớn bằng c trong mọi hệ quy chiếu quán tính, không phụ thuộc vào phương truyền và vào vận tốc của nguồn sáng hay máy thu.

2. Hệ quả của thuyết tương đối hẹp

a) *Sự co độ dài :* Độ dài của một thanh bị co lại dọc theo phương chuyển động của nó :

$$l = l_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < l_0.$$

b) Sự chậm lại của đồng hồ chuyển động : Đồng hồ gắn với vật chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với quan sát viên đứng yên :

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > \Delta t_0.$$

3. Hệ thức Anh-xtanh giữa năng lượng và khối lượng

a) Khối lượng tương đối tính

Theo động học cổ điển, động lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học. Trong thuyết tương đối, động lượng tương đối tính của một chất điểm chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ cũng được định nghĩa bằng công thức giống như trong cơ học cổ điển : $\vec{p} = m\vec{v}$.

Đại lượng : $$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} > m_0$$

m gọi là *khối lượng tương đối tính* của chất điểm chuyển động và m_0 gọi là *khối lượng nghỉ*. Như vậy, khối lượng của vật tăng khi tốc độ của vật tăng.

b) Hệ thức giữa năng lượng và khối lượng

$$E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}c^2$$

Hệ thức này được gọi là *hệ thức Anh-xtanh*.

Khi năng lượng thay đổi lượng ΔE thì khối lượng cũng thay đổi một lượng Δm tương ứng và ngược lại.

Từ đó ta có : $$\Delta E = \Delta m.c^2$$

- ***Các trường hợp riêng***

- Khi v = 0 thì $E = E_0 = m_0c^2$, E_0 được gọi là *năng lượng nghỉ* (ứng với khi vật đứng yên).

- Khi v << c (với các trường hợp của cơ học cổ điển), ta có :

$$E \approx m_0c^2 + \frac{1}{2}m_0v^2.$$

Như vậy, khi vật chuyển động, năng lượng toàn phần của nó bao gồm năng lượng nghỉ và động năng của vật.

Đối với hệ kín, khối lượng và năng lượng nghỉ không nhất thiết được bảo toàn nhưng *năng lượng toàn phần* (bao gồm cả năng lượng nghỉ và động năng) được bảo toàn.

Cơ học cổ điển là trường hợp riêng của cơ học tương đối tính khi tốc độ chuyển động của vật nhỏ so với tốc độ ánh sáng.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. SỰ CO CHIỀU DÀI ĐỐI VỚI VẬT CHUYỂN ĐỘNG

Phương pháp giải

Áp dụng công thức $l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$,

trong đó, độ dài l_0 *gọi là độ dài riêng,* v *là tốc độ của vật,* c *là tốc độ ánh sáng trong chân không.*

Ví dụ 1. Một vật phải chuyển động với vận tốc bao nhiêu để chiều dài của nó giảm đi 2%.

Giải

Chiều dài l của vật chuyển động với tốc độ v được xác định :

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}, \quad (1)$$

Theo đề bài ta có : $\frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_0 - l}{l_0} = 2\% = 0{,}02 \Rightarrow l = 0{,}98 l_0$. (2)

Từ (1) và (2) suy ra : $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0{,}98 \Rightarrow v = 59\ 700\ \text{km/s}$.

Ví dụ 2 Một thước có chiều dài riêng 1 m chuyển động với vận tốc v = 0,6c. Tính chiều dài của thước lúc đang chuyển động.

Giải

Áp dụng công thức : $l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$,

Thay số vào ta được : $l = 1\sqrt{1-\frac{(0{,}6c)^2}{c^2}} = 1.\sqrt{1-0{,}36} = 0{,}8.1 = 0{,}8\ (\text{m})$.

Dạng 2. SỰ CHẬM LẠI CỦA ĐỒNG HỒ CHUYỂN ĐỘNG VÀ SỰ GIA TĂNG KHỐI LƯỢNG CỦA VẬT CHUYỂN ĐỘNG

- **Phương pháp giải**

Áp dụng công thức : $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$; $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

trong đó Δt_0 *là thời gian xảy ra biến cố với hệ đứng yên,* Δt *là thời gian xảy ra biến cố đối với hệ chuyển động với vận tốc* v, m_0 *là khối lượng khi vật đứng yên,* m *là khối lượng của vật đang chuyển động với vận tốc* v.

Ví dụ 1. Một người có khối lượng m = 60 kg chuyển động với vận tốc 0,8c. Hãy tính khối lượng tương đối tính của người đó.

Giải

- Khối lượng tương đối tính : $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$.

Thay số vào ta được : $m = \dfrac{60}{\sqrt{1 - \dfrac{(0,8c)^2}{c^2}}} = \dfrac{60}{\sqrt{1-0,64}} = 166,67$ (kg).

> **Ví dụ 2.** Sau 30 phút, đồng hồ chuyển động với tốc độ $v = 0,8c$ chạy chậm hơn đồng hồ gắn với người quan sát đứng yên bao nhiêu giây ?

Giải

Đồng hồ chuyển động chạy chậm hơn đồng hồ gắn với người quan sát đứng yên một lượng là : $\Delta t - \Delta t_0 = \dfrac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} - \Delta t_0 = \Delta t_0\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$

Thay số, ta được : $\Delta t - \Delta t_0 = 20$ phút $= 1\,200$ giây.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Một vật phải chuyển động với vận tốc bao nhiêu để chiều dài của nó giảm đi 5%.

Bài 2. Hạt cơ bản μ sinh ra trong thượng tầng khí quyển và có thời gian sống trung bình (thời gian riêng) $T_0 = 2,2\ \mu s$. Nó bay với vận tốc $v = 0,999c$ về phía mặt đất. Tìm quãng đường hạt đi được so với thời gian tương đối tính ở mặt đất ?

Bài 3. Ta phải dùng cơ học tương đối tính trong các trường hợp nào sau đây ?

a) Máy bay bay với vận tốc 3 000 km/h.

b) Trạm vũ trụ bay với vận tốc 360 000 km/h.

c) Prôtôn chuyển động trong máy gia tốc trên đường tròn bán kính 100 m với tần số 3.10^5 vòng /s.

Biết phải dùng cơ học tương đối tính khi tốc độ của vật $v > 0,4c$.

Bài 4. Một vật có khối lượng m phải chuyển động với vận tốc bằng bao nhiêu để khối lượng tương đối tính của vật tăng thêm 60%?

Bài 5. Chiều dài của một con tàu vũ trụ đang chuyển động bằng một nửa chiều dài tĩnh của nó. Hỏi vận tốc của con tàu đối với hệ quy chiếu người quan sát là bao nhiêu ?

Bài 6. Một chiếc máy bay có chiều dài tĩnh là 40 m đang chuyển động với vận tốc $v = 630$ m/s. Hỏi đối với người quan sát trên mặt đất thì máy bay đã ngắn đi bao nhiêu so với chiều dài tĩnh của nó ?

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. ***Hướng dẫn :*** Ta có : $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 0,95 \Rightarrow v = 93\ 674$ km/s.

Bài 2. ***Hướng dẫn :*** Đối với hạt cơ bản μ, trong hệ quy chiếu gắn mặt đất nó có thời gian sống : $T = T_0.\gamma = 2,2.71 = 156,2\ (\mu s)$.
Trong thời gian này, hạt μ đã đi được quãng đường :

$$l = vT = 0,999c.156,2.10^{-6} = 46,8\ (km).$$

Bài 3. ***Hướng dẫn :***

a) Ta có : $\beta = \frac{v}{c} = \frac{3\ 000}{300\ 000.3\ 600} = 2,7.10^{-6} < 0,4.$

Vậy không cần dùng cơ học tương đối tính.

b) Ta có : $\beta = \frac{v}{c} = \frac{3600}{300000.3600} = 3,3.10^{-4} < 0,4.$

Vậy không cần dùng cơ học tương đối tính.

c) Ta có : $\beta = \frac{v}{c} = \frac{\omega r}{c} = \frac{2\pi nR}{c} = 0,628 > 0,4.$

Vậy phải dùng cơ học tương đối tính.

Bài 4. ***Hướng dẫn :***

Áp dụng công thức $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1,6m_0 \Rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{1,6} \Rightarrow v = 0,6c.$

Bài 5. ***Hướng dẫn :*** Ta có : $l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$, suy ra $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow v = c\frac{\sqrt{3}}{2}$.

Bài 6. ***Hướng dẫn :*** Ta có : $\beta = \frac{v}{c} = \frac{630}{3.10^8} < 0,4$, suy ra không dùng tương đối tính. Vậy $l = l_0$.

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Theo thuyết tương đối, năng lượng tương ứng với 1 g chất bất kì là
A. $2,5.10^5$ kW.h.
C. 25.10^6 kW.h.
B. 45.10^5 kW.h.
D. $4,5.10^6$ kW.h.

• ***Dùng các quy ước sau để trả lời các câu 2, 3, 4 và 5.***
A. Hai phát biểu đều đúng, không liên quan đến nhau.
B. Hai phát biểu đều đúng, có liên quan đến nhau.
C. Phát biểu I đúng, phát biểu II sai.
D. Phát biểu I sai, phát biểu II đúng.

Câu	Phát biểu I	Phát biểu II
2	Theo Anh-xtanh các định luật có chung một dạng trong hệ quy chiếu quán tính.	Các quá trình diễn tả các hiện tượng vật lí có cùng một dạng trong hệ quy chiếu quán tính.
3	Cơ học Niu-tơn chỉ đúng với những chuyển động với vận tốc lớn hơn 0,01c	Thuyết tương đối của Anh-xtanh chỉ áp dụng cho các quá trình có vận tốc cỡ vận tốc ánh sáng.
4	Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu đứng yên hay chuyển động thẳng đều	Vận tốc ánh sáng trong chân không có giá trị như nhau trong mọi hệ quy chiếu quán tính.
5	Một hạt có năng lượng thì có khối lượng tương ứng. Năng lượng đó gọi là năng lượng nghỉ.	Năng lượng nghỉ và năng lượng thông thường là hai dạng năng lượng giống nhau nên có thể chuyển hoá lẫn nhau.

6. Theo các tiên đề của Anh-xtanh thì :

A. Khi một vật đứng yên, năng lượng của vật bằng 0.
B. Khi một vật đứng yên, khối lượng của vật bằng 0.
C. Khi một vật đứng yên, động lượng của vật bằng 0.
D. Khi một vật đứng yên, khối lượng và động lượng của vật đều bằng 0.

7. Theo thuyết tương đối, khi một vật chuyển động với vận tốc v = 10 m/s thì

A. khối lượng của vật tăng lên.
B. khối lượng của vật giảm xuống.
C. khối lượng của vật tăng, giảm không đáng kể.
D. khối lượng của vật tăng hoặc giảm tuỳ theo chiều chuyển động.

8. Khi một vật chuyển động với vận tốc tăng đến giá trị gần bằng vận tốc ánh sáng thì khối lượng của vật sẽ

A. giảm về 0.
B. tăng đến vô cùng.
C. không thay đổi so với khối lượng nghỉ.
D. tăng hoặc giảm tuỳ theo chiều của vận tốc.

9. Một người có khối lượng nghỉ 80 kg chuyển động với vận tốc v = 0,6c sẽ có khối lượng tương đối tính là

A. 80 kg. B. 64 kg. C. 36 kg. D. 100 kg.

10. Một con tàu vũ trụ có chiều dài khi đứng yên là l = 100 m. Khi tàu chuyển động với vận tốc v = 0,8c thì chiều dài tương đối của nó là

A. 100 m. B. 64 m. C. 36 m. D. 80 m.

11. Theo thuyết tương đối thì khối lượng của một phôtôn được tính theo công thức

A. $\frac{hc}{\lambda}$. B. $\frac{h}{\lambda}$. C. $\frac{c}{\lambda}$. D. $\frac{h}{c\lambda}$.

12. Một cái thước khi nằm yên dọc theo một trục tọa độ của hệ quy chiếu quán tính K thì có chiều dài riêng là l_0. Với c là tốc độ ánh sáng trong chân không. Khi thước chuyển động dọc theo trục tọa độ này với tốc độ v thì chiều dài của thước đo được trong hệ K là

A. $l_0\sqrt{1+\frac{v^2}{c^2}}$. B. $l_0\sqrt{1-\frac{v}{c}}$. C. $l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. D. $l_0\sqrt{1+\frac{v}{c}}$.

13. Theo thuyết tương đối, khi vật chuyển động thì năng lượng của vật là
A. năng lượng nghỉ. B. động năng.
C. động lượng. D. cả A và B.

14. Theo thuyết tương đối, trong hệ kín thì
A. năng lượng nghỉ bảo toàn. B. khối lượng nghỉ bảo toàn
C. động năng bảo toàn. D. năng lượng toàn phần bảo toàn

15. Cơ học cổ điển là trường hợp riêng của cơ học tương đối tính khi vận tốc của vật có giá trị
A. bằng vận tốc ánh sáng. B. rất lớn so với vận tốc ánh sáng.
C. rất bé so với vận tốc ánh sáng. D. bằng giá trị bất kì.

16. Một vật có khối lượng nghỉ m_0 chuyển động với tốc độ v sẽ có động năng bằng :

A. $W_đ = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)$. B. $W_đ = mc^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}-1\right)$.

C. $W_đ = m_0c^2\left(\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}-1\right)$. D. $W_đ = m_0c^2\left(1-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$.

ĐÁP ÁN

1C	2A	3D	4B	5C	6C	7C	8B	9D	10D
11D	12C	13D	14D	15C	16A				

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn C. Theo thuyết tương đối, năng lượng tương ứng với 1 g chất bất kì là 25.10^6 kW.h.

2. Chọn A. Hai phát biểu đều đúng, không liên quan đến nhau.

3. Chọn D. Cơ học Niu-tơn chỉ đúng với những chuyển động với vận tốc lớn hơn 0,01c còn thuyết tương đối của Anh-xtanh chỉ áp dụng cho các quá trình có vận tốc cỡ vận tốc ánh sáng.

4. Chọn B. Hai phát biểu đều đúng, có liên quan đến nhau.

5. Chọn C. Một hạt có năng lượng thì có khối lượng tương ứng. Năng lượng đó gọi là năng lượng nghỉ là đúng còn nói năng lượng nghỉ và năng lượng thông thường là hai dạng năng lượng giống nhau nên có thể chuyển hoá lẫn nhau là sai.

6. Chọn C. động lượng của vật bằng 0.

7. Chọn C. khối lượng thay đổi không đáng kể vì vận tốc của vật rất nhỏ so với vận tốc ánh sáng.

8. Chọn B. Theo công thức $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, nếu v = c thì m tăng đến vô cùng.

9. Chọn D. Theo công thức $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, khi $v = 0,6c$ thì $m = 100$ kg.

10. Chọn D. Theo công thức $l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. Với $v = 0,6c$ ta tìm được $l = 80$ m.

11. Chọn D. Ta có : $\frac{hc}{\lambda} = mc^2 \Rightarrow m = \frac{h}{c\lambda}$.

12. Chọn C.

13. Chọn D.

14. Chọn D.

15. Chọn C. Khi $v \ll c$ thì $\frac{v^2}{c^2} \approx 0$, do đó : $m = m_0$, $l = l_0$, $\Delta t = \Delta t_0$, $E = E_0$.

16. Chọn A. Ta có động năng của vật là : $W_đ = mc^2 - m_0c^2 = (m - m_0)c^2$

Hay $$W_đ = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right).$$

Chương 9.

HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. Cấu tạo hạt nhân

- Hạt nhân được cấu tạo từ những hạt *nuclôn*. Có hai loại nuclôn : *prôtôn* kí hiệu p, có khối lượng $m_p = 1,67262.10^{-27}$ kg, mang điện tích nguyên tố +e và *nơtron*, kí hiệu n, có khối lượng $m_n = 1,67493.10^{-27}$ kg, không mang điện. Các nuclôn liên kết với nhau bằng *lực hạt nhân* (lực tương tác mạnh).
- Hạt nhân kí hiệu là $^{A}_{Z}X$, trong đó Z là số prôtôn, A là số khối, $N = A - Z$ là số nơtron.
- Bán kính hạt nhân gần đúng bằng : $R = 1,2.10^{-15}A^{\frac{1}{3}}$(m).
- *Đồng vị* là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số prôtôn Z (có cùng vị trí trong bảng tuần hoàn), nhưng có số nơtron khác nhau.
- *Đơn vị khối lượng nguyên tử*, kí hiệu là u, có trị số bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị cacbon $^{12}_{6}C$; 1 u xấp xỉ bằng khối lượng của một nuclôn, nên hạt nhân có số khối A thì có khối lượng xấp xỉ bằng Au. Khối lượng hạt nhân còn có thể đo bằng đơn vị MeV/c^2 :

$$1u = \frac{1}{12}\cdot\frac{12}{6,0221.10^{23}}\,g \approx 1,66055.10^{-27}\,kg = 931,5\ MeV/c^2.$$

2. Độ hụt khối và năng lượng liên kết

a) Lực hạt nhân

Lực tương tác giữa các nuclôn trong hạt nhân là lực hút, gọi là *lực hạt nhân*, có tác dụng liên kết các nuclôn với nhau.

b) Độ hụt khối

Khi có Z prôtôn và N nơtron tồn tại riêng lẻ thì tổng khối lượng của chúng là

$Z.m_p + N.m_n$. Khi chúng liên kết với nhau thành hạt nhân thì khối lượng hạt nhân là $m < Z.m_p + N.m_n$.

Hiệu $\Delta m = (Z.m_p + N.m_n) - m$, gọi là *độ hụt khối của hạt nhân.*

c) Năng lượng liên kết

- *Năng lượng liên kết hạt nhân* là năng lượng tối thiểu cần thiết để phá vỡ liên kết các nuclôn trong hạt nhân : $W_{lk} = \Delta m.c^2$.
- Năng lượng liên kết tính cho 1 nuclôn $\frac{W_{lk}}{A}$, gọi là *năng lượng liên kết riêng.*

Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

3. Phóng xạ

Hạt nhân phóng xạ bị phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

- Tia phóng xạ có nhiều loại : $\alpha, \beta^-, \beta^+, \gamma$. Hạt α là hạt nhân heli ${}_2^4He$. Hạt β^- là êlectron, kí hiệu là e^-. Hạt β^+ là pôzitron, kí hiệu là e^+. Tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn (ngắn hơn tia X).
- *Chu kì bán rã* T của một chất phóng xạ là thời gian mà cứ sau thời gian T thì số hạt nhân của một lượng chất ấy chỉ còn bằng $\frac{1}{2}$ số hạt nhân ban đầu N_0.

Số hạt nhân chất phóng xạ còn lại sau thời gian t là :

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

trong đó $\lambda = \frac{\ln 2}{T} \approx \frac{0,693}{T}$ là *hằng số phóng xạ.*

Suy ra số hạt nhân bị phân rã sau thời gian t là :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}).$$

Khối lượng chất phóng xạ còn lại sau thời gian t là :

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 2^{-\frac{t}{T}},$$

suy ra khối lượng hạt nhân bị phân rã là :

$$\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t}).$$

- *Độ phóng xạ* H của một nguồn phóng xạ có N nguyên tử bằng số phân rã trong 1 giây. Nó cũng bằng số hạt nhân (nguyên tử) nhân với λ.

$$H = H_0 e^{-\lambda t} = H_0 2^{-\frac{t}{T}}, \quad H = \lambda N$$

trong đó H_0 là độ phóng xạ ban đầu.

Đơn vị của độ phóng xạ là *becơren* (Bq), hay *curi* (Ci) : $1\ Ci = 3,7.10^{10}$ Bq.

4. *Phản ứng hạt nhân* là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi đổi hạt nhân.

• Trong một phản ứng hạt nhân, các đại lượng được bảo toàn là : số nuclôn, điện tích, năng lượng toàn phần (bao gồm năng lượng nghỉ và động năng) và động lượng. Lưu ý rằng, trong phản ứng hạt nhân không có sự bảo toàn khối lượng.

• Xét phản ứng hạt nhân : $A + B \rightarrow C + D$

Trong phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng m_0 của các hạt nhân ban đầu (A, B) và tổng khối lượng m của các hạt sinh ra (C, D) có thể khác nhau.

- Nếu $m < m_0$ thì phản ứng toả năng lượng. Năng lượng toả ra (năng lượng hạt nhân) là :

$$W = (m_0 - m)c^2.$$

- Nếu $m > m_0$ thì phản ứng thu năng lượng. Năng lượng cần cung cấp là :

$$W = (m - m_0)c^2 + W_đ,$$

trong đó $W_đ$ là tổng động năng các hạt sinh ra.

5. Có hai loại phản ứng hạt nhân toả năng lượng *(năng lượng hạt nhân).*

• Một hạt nhân rất nặng như urani, plutoni,... khi hấp thụ một nơtron nhiệt (nơtron chậm) sẽ vỡ thành hai hạt nhân trung bình, cùng với 2 hoặc 3 nơtron (sự phân hạch). Nếu sự *phân hạch* có tính dây chuyền, thì nó toả ra năng lượng rất lớn. Sự phân hạch khống chế được, xảy ra trong lò phản ứng hạt nhân.

• Hạt nhân rất nhẹ như các đồng vị nặng của hiđrô là *đơteri* D và *triti* T, có thể kết hợp với nhau tạo thành hạt nhân nặng hơn. Điều kiện để có phản ứng này là nhiệt độ phải rất cao, nên gọi là *phản ứng nhiệt hạch.* Hiện nay, con người đã thực hiện được phản ứng nhiệt hạch, nhưng không kiểm soát được (bom H).

• *Phóng xạ* là một phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

6. Vận dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân vào sự phóng xạ. Các quy tắc dịch chuyển.

• Phóng xạ α (^4_2He) : $^A_ZX \rightarrow {}^4_2He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$.

Hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn

• Phóng xạ β^+ (^0_1e) : $^A_ZA \rightarrow {}^0_1e + {}^A_{Z-1}Y$.

Hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn.

• Phóng xạ β^- ($^0_{-1}e$) : $^A_ZX \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^A_{Z+1}Y$.

Hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng hệ thống tuần hoàn.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Dạng 1. XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA HẠT NHÂN. TÍNH NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT, NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT RIÊNG

Phương pháp giải

- *Kí hiệu hạt nhân là* $^{A}_{Z}X$ *với Z là số prôtôn, A là số khối và* $N = A - Z$ *là số nơtron.*
- *Hạt nhân mang điện tích dương :* $q = Z.e$ *với* $e = 1,6.10^{-19}$ C.
- *Coi hạt nhân như một quả cầu có bán kính :* $R = 1,2.10^{-15}A^{\frac{1}{3}}$ (m).
- *Năng lượng liên kết hạt nhân :* $W_{lk} = \Delta m.c^2$.
- *Năng lượng liên kết riêng :* $\frac{W_{lk}}{A}$.
- ***Chú ý.*** *Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.*

Ví dụ 1. Xác định thành phần cấu tạo và tính bán kính của các hạt nhân sau : $^{56}_{26}Fe$; $^{27}_{13}Al$.

Giải

Hạt nhân $^{56}_{26}Fe$ có 26 prôtôn, $56 - 26 = 30$ notron và có bán kính là :

$$R_{Fe} = 1,2.10^{-15}.56^{\frac{1}{3}} \approx 4,59.10^{-15}\,(m).$$

Hạt nhân $^{27}_{13}Au$ có 13 prôtôn, $27 - 13 = 14$ notron và có bán kính là :

$$R_{Al} = 1,2.10^{-15}.27^{\frac{1}{3}} \approx 3,6.10^{-15}\,(m).$$

Ví dụ 2. So sánh độ bền vững của hai hạt nhân sau : $^{14}_{7}N$; $^{37}_{17}Cl$. Cho biết : $m_N = 13,9992u$; $m_{Cl} = 36,956563u$; $m_n = 1,008665u$; $m_p = 1,007276u$.

Giải

So sánh năng lượng liên kết riêng ta sẽ biết được hạt nhân nào bền vững hơn.

- Với hạt nhân $^{14}_{7}N$, ta có : $\frac{W_{lk(N)}}{A_N} = \frac{(7m_p + 7m_n) - m_N}{14} \approx 7,47$ (MeV).

- Với hạt nhân ${}^{37}_{17}Cl$, ta có : $\frac{W_{lk(Cl)}}{A_{Cl}} = \frac{(17m_p + 20m_n) - m_{Cl}}{37} = 8,57$ (MeV).

Vậy, hạt nhân ${}^{37}_{17}Cl$ bền vững hơn hạt nhân ${}^{14}_{7}N$.

Dạng 2. TÌM SỐ NGUYÊN TỬ CÓ TRONG m(g) MỘT CHẤT VÀ SỐ NGUYÊN TỬ CÒN LẠI HAY BỊ PHÂN RÃ SAU THỜI GIAN t

Phương pháp giải

- *Xem kĩ mục 3, phần Trọng tâm kiến thức.*
- *Số nguyên tử (hạt nhân) có trong* m(g) *một chất là* $N = m\frac{N_A}{A}$,

trong đó $N_A = 6,022.10^{-23}$ *nguyên tử/mol.*
Lưu ý rằng, số nguyên tử phân rã cũng chính là số hạt nhân phân rã.

Ví dụ 1. Ban đầu có 2 g chất phóng xạ rađi, có chu kì bán rã là 3,8 ngày. Hãy tính :
a) Số nguyên tử còn lại sau khoảng thời gian t = 1,5T.
b) Độ phóng xạ của lượng Rn nói trên sau khoảng thời gian t = 1,5T (theo Bq và Ci).

Giải

Số nguyên tử có trong 2 g Ra là : $N = m_0\frac{N_A}{A} = 5,42.10^{21}$ nguyên tử.

a) Số nguyên tử còn lại sau khoảng thời gian t = 1,5T là :

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N_0}{1,5} = \frac{5,42.10^{21}}{2\sqrt{2}} = 1,91.10^{21} \text{ nguyên tử.}$$

b) Độ phóng xạ : $H = \lambda N = \frac{0,693}{T}.N = \frac{0,693}{3,8.86400}.1,91.10^{21} = 4,05.10^{15}$ (Bq).

$$= \frac{4,05.10^{15}}{3,7.10^{10}}(\text{Ci}) = 1,1.10^5 (\text{Ci}).$$

Ví dụ 2. Hạt nhân ${}^{238}_{92}U$ có chu kì bán rã là 4,5 tỉ năm. Khi phóng xạ α, U biến thành Thôri. Hỏi có bao nhiêu hạt nhân thôri và heli được tạo thành từ 23,8 g U sau khoảng thời gian 9.10^9 năm ?

Giải

Phương trình phân rã : ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$.
Số hạt nhân ban đầu của U là :

$$N_0 = m_0.\frac{N_A}{A} = \frac{23,8.6,023.10^{23}}{238} = 6,023.10^{22} \text{ hạt.}$$

Số hạt nhân U còn lại sau thời gian $t = 9.10^9$ năm = 2T là

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^{2T/T}} = \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{4}.$$

Số hạt nhân Th và He được tạo thành đúng bằng số hạt nhân U bị phân rã :

$$\Delta N = N_0 - N = \frac{3N_0}{4} = \frac{3.6,023.10^{22}}{4} = 4,5.10^{22} \text{ hạt.}$$

Dạng 3. XÁC ĐỊNH TUỔI CỦA MẪU VẬT, CHU KÌ PHÂN RÃ, ĐỘ PHÓNG XẠ

Phương pháp giải

• *Gọi* H_0 *là độ phóng xạ của mẫu vật mới cùng lượng, cùng chất với mẫu vật cần xác định tuổi (bằng độ phóng xạ ban đầu của mẫu cổ),* H *là độ phóng xạ mẫu cổ sau thời gian t. Khi đó, ta có :*

$$H = H_0.e^{-\lambda t} = \frac{H_0}{e^{\lambda t}} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{H_0}{H} \Rightarrow \lambda t = \ln\frac{H_0}{H} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{H_0}{H}.$$

• *Cũng có thể dựa vào tỉ lệ số nguyên tử của các đồng vị chất phóng xạ để suy ra tuổi của mẫu vật.*

Ví dụ 1. Độ phóng xạ của đồng vị cacbon ${}^{14}_{6}C$ trong một món đồ cổ bằng gỗ bằng $\frac{4}{5}$ độ phóng xạ của đồng vị này trong gỗ cây mới đốn có cùng khối lượng. Chu kì bán rã của ${}^{14}_{6}C$ là 5 570 năm. Tìm tuổi của món đồ cổ ấy.

Giải

Gọi H là độ phóng xạ của mẫu gỗ cổ sau thời gian t, H_0 là độ phóng xạ của mẫu gỗ mới đốn. Khi đó, ta có :

$$H = H_0.e^{-\lambda t} = \frac{H_0}{e^{\lambda t}} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{H_0}{H} \Rightarrow \lambda t = \ln\frac{H_0}{H} \Rightarrow t = \frac{T}{\ln 2}\ln\frac{H_0}{H}.$$

Thay số vào, ta được : $t = \frac{5570}{\ln 2}\ln\frac{5}{4} = 1793,14$ năm.

Ví dụ 2. Hiện nay quặng urani thiên nhiên có lẫn U238 và U235 với tỉ lệ số nguyên tử là 140 : 1. Giả sử ở thời điểm tạo thành Trái Đất, tỉ lệ đó là 1 : 1. Chu kì bán rã của U238 là $4,5.10^9$ năm, U235 là $7,13.10^8$ năm. Tuổi của Trái Đất hiện nay là bao nhiêu ?

Giải

Ban đầu : $N_{0U235} = N_{0U238}$.

Hiện nay : $\frac{N_{U238}}{N_{U235}} = \frac{N_{0U238}.e^{-\lambda_1 t}}{N_{0U235}.e^{-\lambda_2 t}} = \frac{e^{-\lambda_1 t}}{e^{-\lambda_2 t}} = e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t} = 140$

$$\Rightarrow (\lambda_2 - \lambda_1)t = \ln 140.$$

Hay $\left(\frac{\ln 2}{T_2} - \frac{\ln 2}{T_1}\right)t = \ln 140 \Rightarrow \ln 2.\left(\frac{T_1 - T_2}{T_1.T_2}\right)t = \ln 140$

$$\Rightarrow t = \frac{\ln 140.(T_1.T_2)}{\ln 2.(T_1 - T_2)} = \frac{\ln 140.4,5.10^9.7,13.10^8}{\ln 2.(4,5.10^9 - 7,13.10^8)} = 6,04.10^9 \text{ năm.}$$

Ví dụ 3. Độ phóng xạ của một mẫu phóng xạ giảm 4% sau mỗi giờ. Hỏi sau bao lâu độ phóng xạ của nó giảm đi một nửa ?

Giải

Sau thời gian t = 1 giờ độ phóng xạ của mẫu còn lại :

$$H = (100\% - 4\%)H_0 = 0,96H_0 \Rightarrow \frac{H}{H_0} = 0,96.$$

Mặt khác, ta có : $\frac{H}{H_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{-\lambda t} = 0,96 \Rightarrow -\frac{\ln 2}{T}t = \ln 0,96.$

Thời gian để độ phóng xạ của nó giảm đi một nửa chính là chu kì bán rã :

$$T = -\frac{t.\ln 2}{\ln 0,96} = -\frac{0,693.1}{0,04} \Rightarrow T = 17,3 \text{ giờ.}$$

Dạng 4. NĂNG LƯỢNG TỎA RA HOẶC THU VÀO CỦA PHẢN ỨNG

Phương pháp giải

Xét phản ứng : $A + B \rightarrow C + D$

Tìm tổng khối lượng các hạt nhân ban đầu : $m_0 = m_A + m_B$ *; tổng khối lượng các hạt nhân sinh ra :* $m = m_C + m_D$.

- Nếu $m < m_0$ *thì phản ứng toả năng lượng. Năng lượng toả ra là :*

$$W = (m_0 - m)c^2.$$

- Nếu $m > m_0$ *thì phản ứng thu năng lượng. Năng lượng cần cung cấp là :*

$$W = (m - m_0)c^2 + W_d,$$

trong đó W_d *là tổng động năng các hạt sinh ra.*

Ví dụ 1. Coi rằng một hạt nhân ^{235}U khi bị phân hạch sẽ cho một năng lượng 215 MeV. Hỏi nếu 1 kg ^{235}U bị phân hạch hoàn toàn thì sẽ cho năng lượng bao nhiêu ?

Giải

Số hạt nhân ^{235}U có trong 1 kg ^{235}U là :

$$N = m.\frac{N_A}{A} = \frac{10^3.6,02.10^{23}}{235}$$

Năng lượng toả ra khi 1 kg ${}^{235}U$ phân hạch là :

$$W = \frac{6,02.10^{26}}{235}.215 = 5,5104042.10^{26}\,(MeV).$$

$$= 5,5104042.10^{26}.1,6.10^{-13} = 8,82.10^{13}\,(J).$$

Ví dụ 2. Xét phản ứng hạt nhân xảy ra khi bắn phá nhôm bằng hạt α :

$${}^{27}_{13}Al + \alpha \rightarrow {}^{30}_{15}P + n$$

Biết khối lượng các hạt nhân : $m_{Al} = 26,974u$; $m_P = 29,970u$; $m_\alpha = 4,0015u$; $m_n = 1,0087u$. Tính năng lượng tối thiểu của hạt α để phản ứng xảy ra. Bỏ qua động năng của các hạt sinh ra.

Giải

Hạt α chính là hạt nhân heli ${}^4_2He$, có 2 prôtôn và 2 notron.

Tổng khối lượng các hạt nhân tương tác là :

$$m_0 = m_{Al} + m_{He} = 26,794u + 4,0015u = 30,9755u\,.$$

Tổng khối lượng các hạt nhân sinh ra là :

$$m = m_P + m_n = 29,970u + 1,0087u = 30,9787u\,.$$

Vì $m > m_0$, nên phản ứng thu năng lượng. Vì bỏ qua động năng các hạt sinh ra, nên năng lượng tối thiểu để phản ứng hạt nhân tạo ra là :

$$W = (m - m_0)c^2 = (30,9787 - 30,9755)uc^2$$

$$= 0,0032uc^2 = 0,0032.931,5 \approx 3\,(MeV).$$

Dạng 5. BÀI TOÁN VỀ CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN TRONG PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

Phương pháp giải

Xét phản ứng : $A + B \rightarrow C + D$

Áp dụng các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân :

- *Định luật bảo toàn điện tích :* $Z_A + Z_B = Z_C + Z_D$
- *Định luật bảo toàn số khối :* $A_A + A_B = A_C + A_D$
- *Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần (bao gồm năng lượng nghỉ và động năng) :* $m_Ac^2 + W_{dA} + m_Bc^2 + W_{dB} = m_Cc^2 + W_{dC} + m_Dc^2 + W_{dD}$, *trong đó* $W_{dA}, W_{dB}, W_{dC}, W_{dD}$ *lần lượt là động năng của các hạt nhân* A, B, C *và* D.
- *Định luật bảo toàn động lượng :* $\vec{p}_A + \vec{p}_B = \vec{p}_C + \vec{p}_D$

Lưu ý rằng động năng $W_đ$ *và động lượng của một hạt* p *có mối liên hệ :*

$$W_đ = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}.$$

- *Lưu ý các kí hiệu : hạt nhân heli* ${}_2^4\mathrm{He}$, *kí hiệu* α *; hạt prôtôn* ${}_1^1\mathrm{H}$, *kí hiệu* ${}_1^1\mathrm{p}$ *; hạt nơtron* ${}_0^1\mathrm{n}$ *; hạt êlectron (hoặc* β^-*), kí hiệu* ${}_{-1}^{0}\mathrm{e}^-$ *; hạt pôzitron (hoặc* β^+*), kí hiệu* ${}_1^0\mathrm{e}^+$.

Ví dụ 1. *(Trích đề thi Đại học, Cao đẳng, năm 2002)* Hỏi sau bao nhiêu lần phóng xạ α và bao nhiêu lần phóng xạ β cùng loại thì hạt nhân ${}_{90}^{232}\mathrm{Th}$ biến đổi thành hạt nhân ${}_{82}^{208}\mathrm{Pb}$? Hãy xác định loại hạt β đó.

Giải

Giả sử có k_1 lần phân rã α và k_2 lần phân rã β, ta có phương trình chuỗi phân rã :

$${}_{90}^{232}\mathrm{Th} \rightarrow k_1\left({}_2^4\alpha\right) + k_2\left({}_z^0\beta\right) + {}_{82}^{208}\mathrm{Pb}$$

với z là điện tích của β, có giá trị +1 nếu là phóng xạ β^+, hoặc -1 nếu là β^-.

Theo các định luật bảo toàn số khối và bảo toàn điện tích ta có hệ phương trình sau :

$$\begin{cases} 232 = 4k_1 + 0.k_2 + 208 \\ 90 = 2k_1 + zk_2 + 82. \end{cases}$$

Giải hệ, được : $k_1 = \frac{232 - 208}{4} = 6$ và $z.k_2 = -4$. Do $k_2 \geq 0$, nên $z < 0$.

Vậy : - Đây là hạt β^-.

- Có 6 lần phóng xạ α và 4 lần phóng xạ β^-.

Ví dụ 2. Hạt nhân ${}_{84}^{210}\mathrm{Po}$ phân rã thành một hạt anpha (α) và hạt nhân Pb. Ban đầu, hạt nhân Po đứng yên. Hỏi bao nhiêu phần trăm năng lượng toả ra của phản ứng biến thành động năng của hạt α ?

Giải

Quá trình phân rã : ${}_{84}^{210}\mathrm{Po} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + {}_{82}^{206}\mathrm{Pb}$

Theo định luật bảo toàn động lượng, ta có : $\vec{p}_{He} + \vec{p}_{Pb} = \vec{0}$ (do hạt Po đứng yên).

$$p_\alpha = p_{Pb} \Rightarrow 2m_\alpha W_{d\alpha} = 2m_{Pb}W_{dPb} \Rightarrow 4W_{d\alpha} = 206W_{dPb}. \quad (1)$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng toàn phần, ta có :

$$m_{Po}c^2 + W_{dPo} = m_{Pb}c^2 + W_{dPb} + m_{He}c^2 + W_{dHe}$$

Suy ra : $$W = W_{dPb} + W_{d\alpha}. \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta tìm được : $W_{d\alpha} = \frac{206W}{210} \approx 0,98W = 98\%W$.

Vậy có 98% năng lượng toả ra của phản ứng biến thành động năng hạt của α.

BÀI TẬP ÔN LUYỆN

ĐỀ BÀI

Bài 1. Gọi Δt là khoảng thời gian để số hạt nhân của một lượng chất phóng xạ giảm đi e lần (e là cơ số của loga tự nhiên với $\ln e = 1$), T là chu kì bán rã của chất phóng xạ. Chứng minh rằng $\Delta t = \frac{T}{\ln 2}$. Hỏi sau khoảng thời gian $0,51\Delta t$ chất phóng xạ còn lại bao nhiêu phần trăm lượng ban đầu ? Cho biết $e^{-0,51} = 0,6$.

Bài 2. Côban ($^{60}_{27}Co$) phóng xạ β^- với chu kì bán rã T = 5,27 năm và biến đổi thành niken (Ni). Viết phương trình phân rã và nêu cấu tạo của hạt nhân con. Hỏi sau thời gian bao lâu thì 75% khối lượng của một khối chất phóng xạ $^{60}_{27}Co$ phân rã hết ?

Bài 3. Phôtpho $\left(^{32}_{15}P\right)$ phóng xạ β^- với chu kì bán rã T = 14,2 ngày và biến đổi thành lưu huỳnh (S). Viết phương trình của sự phóng xạ đó và nêu cấu tạo của hạt nhân lưu huỳnh. Sau 42,6 ngày kể từ thời điểm ban đầu, khối lượng của một khối chất phóng xạ $^{32}_{15}P$ còn lại là 2,5 g. Tính khối lượng ban đầu của nó.

Bài 4. Hạt nhân pôlôni $^{210}_{84}Po$ phóng ra hạt α và biến thành hạt nhân chì (Pb) bền.

a) Viết phương trình diễn tả quá trình phóng xạ và cho biết cấu tạo của hạt nhân chì.

b) Ban đầu có một mẫu pôlôni nguyên chất. Hỏi sau bao lâu thì tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng pôlôni còn lại trong mẫu là n = 0,7 ? Biết chu kì bán rã của pôlôni là 138,38 ngày. Lấy ln2 = 0,693 ; ln1,71 = 0,536.

Bài 5. Tìm năng lượng toả ra khi một hạt nhân urani U234 phóng xạ tia α tạo thành đồng vị thori Th230. Cho các năng lượng liên kết riêng : của hạt α là 7,10 MeV ; của U234 là 7,63 MeV ; của Th230 là 7,70 MeV.

Bài 6. Cho hai hạt nhân ^4_2He và $^{20}_{10}Ne$ lần lượt có khối lượng lần lượt là : $M_{Ne} = 19,986950u$; $m_{He} = 4,001506u$. Hỏi hạt nhân nào bền vững hơn. Biết $m_p = 1,007276u$; $m_n = 1,008665u$; $1u = 931,5\ MeV/c^2$.

Bài 7. Cho các phản ứng hạt nhân :

$$^{10}_{5}B + X_1 \rightarrow \alpha + ^{8}_{4}Be \qquad (1)$$

$$^{23}_{11}Na + p \rightarrow X_2 + ^{20}_{10}Ne \qquad (2)$$

$$^{37}_{17}Na + X_3 \rightarrow n + ^{37}_{18}Ne \qquad (3)$$

Viết đầy đủ các phản ứng đó và cho biết tên gọi các hạt nhân X_1, X_2, X_3.

Bài 8. Cho phản ứng : $^{3}_{1}T + X \rightarrow \alpha + n + 17,6\ MeV$.

a) Xác định hạt nhân X.

b) Tính năng lượng từ phản ứng trên khi tổng hợp được 5 g heli.

Bài 9. Cho phản ứng hạt nhân A + B → C + D. Biết năng lượng liên kết của A, B, C và D lần lượt là W_A, W_B, W_C và W_D. Hãy tìm năng lượng tỏa ra của phản ứng.

Bài 10. Cho phản ứng hạt nhân : $^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{3}_{2}He + n + 3,25\ MeV$.

Hãy xác định năng lượng liên kết cuả hạt nhân $^{3}_{2}He$. Cho biết độ hụt khối của $^{2}_{1}H$ là $\Delta m_D = 0,0024u$ và $1u = 931\ Mev/c^2$.

Bài 11. Tính chu kì bán rã của một chất phóng xạ. Biết cứ sau 100 ngày độ phóng xạ của nó giảm đi e lần. Trong đó e là cơ số của logarit tự nhiên.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1. ***Hướng dẫn :*** Số hạt nhân của lượng chất phóng xạ N giảm với thời gian t *theo công thức* $N = N_0e^{-\lambda t}$, *với* λ là hằng số phóng xạ, N_0 là số hạt nhân ban đầu tại $t = 0$.

Theo đề bài, ta có : $e = \frac{N_0}{N} = e^{\lambda\Delta t}$, suy ra $\lambda\Delta t = 1$, do đó : $\Delta t = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{\ln 2}$.

Lượng chất còn lại sau khoảng thời gian $0,51\Delta t$ tỉ lệ thuận với số hạt :

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda.0,51\Delta t} = e^{-0,51} = 0,6 = 60\%.$$

Bài 2. ***Hướng dẫn :*** Phương trình phân rã : $^{60}_{27}Co \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{60}_{28}Ni$.

Hạt nhân Ni có 28 prôtôn và 32 nơtron. Lượng chất phóng xạ còn lại so với **ban đầu :** $100\% - 75\% = 25\%$.

Định luật phóng xạ : $m = m_0e^{-\lambda t} = m_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$ hay $2^{\frac{t}{T}} = \frac{m_0}{m} = 4$.

Từ đó, suy ra : $t = 2T = 10,54$ năm.

Bài 3. ***Hướng dẫn :*** Phương trình của sự phóng xạ $^{32}_{15}P \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{32}_{16}S$.

Hạt nhân lưu huỳnh $^{32}_{16}S$ có 16 prôtôn và 16 nơtron.

Từ định luật phóng xạ, ta có : $m = m_0e^{-\lambda t} = m_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = m_0 2^{-\frac{t}{T}}$

Suy ra, khối lượng ban đầu $m_0 = m2^{\frac{t}{T}} = 2,5.2^3 = 20\ g$.

Bài 4. ***Hướng dẫn :*** a) Phương trình diễn tả quá trình phóng xạ :

$$^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{A}_{Z}\text{Pb}.$$

Áp dụng định luật bảo toàn điện tích và số khối, suy ra :

$$Z = 82 ;\ A = 206 ;\ N = A - Z = 124.$$

Vậy, hạt nhân chì có 82 prôtôn và 124 nơtron.

Phương trình đầy đủ : $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$.

b) Số hạt chì sinh ra bằng số hạt nhân pôlôni phân rã.

Gọi N_0 là số hạt nhân pôlôni ban đầu, ΔN là số hạt nhân bị phân rã, N là số hạt nhân còn lại ở thời điểm hiện tại, thì :

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{N_0\left(1 - e^{-\lambda t}\right)}{N_0 e^{-\lambda t}} = \left(\frac{1}{e^{-\lambda t}} - 1\right) = e^{\lambda t} - 1. \qquad (1)$$

Mặt khác : $$\frac{m_{Pb}}{m_{Po}} = \frac{\dfrac{\Delta N}{N_A}A_{Pb}}{\dfrac{N}{N_A}A_{Po}} \Rightarrow \frac{\Delta N}{N} = \frac{m_{Pb}A_{Po}}{m_{Po}A_{Pb}} = n\frac{A_{Po}}{A_{Pb}}. \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra : $e^{\lambda t} - 1 = n\dfrac{A_{Po}}{A_{Pb}} \Rightarrow \lambda t = \ln(n\dfrac{A_{Po}}{A_{Pb}} + 1)$.

Vậy $$t = \frac{\ln\left(n\dfrac{A_{Po}}{A_{Pb}} + 1\right)}{\ln 2}T = \frac{\ln 1,71}{\ln 2}.138,38 \approx 107 \text{ ngày}.$$

Bài 5. ***Hướng dẫn :*** Năng lượng toả ra của phóng xạ $^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{230}_{90}\text{Th}$ là :

$$W = (M_0 - M)c^2 = (m_U - m_{Th} - m_\alpha)c^2.$$

Từ định nghĩa của độ hụt khối : $\Delta m_U = 92m_p + (234 - 92)m_n - m_U$,

hay $m_U = 92m_p + 142m_n - \Delta m_U$.

Tương tự : $m_{Th} = 90m_p + 140m_n - \Delta m_{Th}$; $m_\alpha = 2m_p + 2m_n - \Delta m_\alpha$.

Suy ra : $W = \Delta m_\alpha c^2 + \Delta m_{Th}c^2 - \Delta m_U c^2 = A_\alpha \varepsilon_\alpha + A_{Th}\varepsilon_{Th} - A_U\varepsilon_U$,

trong đó : ε_α, ε_{Th}, ε_U và A_α, A_{Th}, A_U tương ứng là các năng lượng liên kết riêng và số khối của các hạt α, Th230 và U234.

Thay số : W = 4.7,1 + 230.7,7 – 234.7,63 = 13,98 ≈14 MeV.

Bài 6. ***Hướng dẫn :*** Gọi m_0 là tổng khối lượng của các nuclôn đang đứng yên trước khi liên kết thành hạt nhân. $m_0 = Zm_p + (A - Z)m_n$.

Độ hụt khối : $\Delta m = m_0 - m$. Năng lượng liên kết riêng : $\dfrac{W_{lk}}{A} = \dfrac{\Delta mc^2}{A}$.

- Với $^{20}_{10}\text{Ne}$, ta có : $m_0 = 10m_p + 10m_n = 20,15941u$;

$$\Delta m_{Ne} = 20,15941u - 19,986950u = 0,17246u.$$

Suy ra : $\left[\dfrac{W_{lk}}{A}\right]_{Ne} = \dfrac{0,17246uc^2}{20} = \dfrac{0,17246.931,5}{20} \approx 8,04$ (MeV).

- Với ^4_2He, ta có : $m_0 = 2m_p + 2m_n = 4,031882u$;

$$\Delta m_{He} = 4,031882u - 4,001506u = 0,030376u$$

Suy ra : $\left[\dfrac{W_{lk}}{A}\right]_{He} = \dfrac{0,030376.931,5}{4} \approx 7,07$ (MeV).

Năng lượng liên kết riêng của Ne lớn hơn He, do đó hạt nhân Ne bền vững hơn hạt nhân He.

Bài 7. ***Hướng dẫn :*** Áp dụng định luật bảo toàn số khối và định luật bảo toàn điện tích ta tìm được X_1 là ^2_1D ; X_2 là hạt α và X_3 là ^1_1p.

Bài 8. ***Hướng dẫn :***

a) Áp dụng định luật bảo toàn số khối và định luật bảo toàn điện tích ta tìm được X là ^2_1D.

b) Năng lượng thu được từ phản ứng là :

$$W' = N.W = \frac{m}{A}.N_A.W = \frac{5}{4}6,023.10^{23}.17,6 = 5,34.10^{25}\,(MeV).$$

Bài 9. ***Hướng dẫn :*** Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có năng lượng toả ra của phản ứng là : $W = W_C + W_D - W_A - W_B$.

Bài 10. ***Hướng dẫn :*** Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có năng lượng toả ra của phản ứng là : $W = W_{He} - 2W_D \Rightarrow W_{He} = W + 2W_D = 7,718$ (MeV).

Bài 11. ***Hướng dẫn :*** Theo định luật phóng xạ :

$$H = H_0.e^{-\lambda t} = \frac{H_0}{e} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{H}{H_0} = e^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{1}{t} \Rightarrow T = t.\ln 2 = 69,3 \text{ ngày}$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Phương trình nào sau đây là phương trình phóng xạ β^- ?

A. $n \to p + e^- + \nu$.
B. $n \to p + e^- + \tilde{\nu}$.
C. $p \to n + e^- + \nu$.
D. $p \to n + e^- + \tilde{\nu}$.

2. Phương trình phản ứng hạt nhân nào sau đây là **không đúng** ?

A. $^2_1H + ^2_1H \to ^3_1H + ^1_0n + 3,25$ MeV.

B. $^{238}_{94}Pu + ^1_0n \to ^{144}_{54}Xe + ^{97}_{40}Zr + 2^1_0n$.

C. $^{23}_{11}\text{Na} + ^{2}_{1}\text{H} \rightarrow ^{24}_{11}\text{Na} + ^{1}_{1}\text{H}$.

D. $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + 8(^{4}_{2}\text{He}) + 6(^{0}_{-1}\text{e})$.

3. Đồng vị phóng xạ $^{27}_{14}\text{Si}$ chuyển thành $^{27}_{13}\text{Al}$ đã phóng ra

A. hạt α. B. hạt pôzitron. C. êlectron. D. prôtôn.

4. Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì

A. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.
B. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.
C. năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.
D. năng lượng liên kết của hạt nhân X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt nhân Y.

5. Sau bao nhiêu lần phóng xạ α và bao nhiêu lần phóng xạ β cùng loại thì hạt nhân $^{232}_{90}\text{Th}$ biến thành hạt nhân $^{208}_{82}\text{Pb}$? Hãy chỉ ra loại hạt β đó.

A. 6 phóng xạ α và 4 phóng xạ β^-. B. 6 phóng xạ α và 4 phóng xạ β^+.
C. 3 phóng xạ α và 2 phóng xạ β^-. D. 5 phóng xạ α và 2 phóng xạ β^+.

6. Số hạt nhân nguyên tử N_0 có trong 200 g chất iôt phóng xạ ^{131}I là

A. $9{,}19.10^{23}$ nguyên tử. C. $9{,}19.10^{21}$ nguyên tử.
B. $9{,}19.10^{22}$ nguyên tử. D. $9{,}19.10^{20}$ nguyên tử.

7. Hạt nhân nguyên tử chì có 82 prôtôn và 125 notron. Hạt nhân nguyên tử này có kí hiệu là

A. $^{125}_{82}\text{Pb}$. C. $^{82}_{207}\text{Pb}$. B. $^{82}_{125}\text{Pb}$. D. $^{207}_{82}\text{Pb}$.

8. Iôt $^{131}_{53}\text{I}$ phóng xạ dùng trong y tế có chu kì bán rã T = 8 ngày đêm. Nếu lúc đầu có m_0 = 200 g chất này thì sau thời gian t = 24 ngày đêm khối lượng chất phóng xạ còn lại là

A. 25 g. B. 50 g. C. 20 g. D. 30 g.

9. Natri $^{24}_{11}\text{Na}$ là chất phóng xạ β^- và tạo thành Mg. Sau thời gian 105 giờ, độ phóng xạ giảm đi 128 lần. Chu kì bán rã của nó là

A. T = 30 h. B. T = 3,75 h. C. T = 15 h. D. T = 7,5 h.

10. Biết các khối lượng m_{Li} = 7,016u ; m_p = 1,0073u ; m_n = 1,0087u và 1u = 931 MeV/c^2. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{7}_{3}\text{Li}$ là

A. 3,79 MeV. B. 5,41 MeV. C. 54,1 MeV. D. 37,9 MeV.

11. Một cổ vật bằng gỗ có độ phóng xạ nhỏ hơn 4 lần độ phóng xạ của một khúc gỗ vừa mới chặt, cùng loại, cùng khối lượng. Cho biết chu kì bán rã của C14 là T = 5 570 năm. Tuổi của cổ vật ấy là

A. 8 355 năm. B. 11 140 năm. C. 1 392,5 năm. D. 2 785 năm.

12. Cho biết 1 MeV/c^2 = $1{,}7827.10^{-30}$ kg, u = $1{,}66.10^{-27}$ kg. Năng lượng tương ứng với một khối lượng nguyên tử u là

A. 934 MeV. C. 931 MeV. B. 930 MeV. D. 893 MeV.

13. Đồng vị $^{24}_{11}\text{Na}$ có chu kì bán rã là T = 15 h. Số hạt β^- được giải phóng sau 5 ngày từ 1 mg đồng vị $^{24}_{11}\text{Na}$ là
A. $19{,}8.10^{18}$ hạt. B. $21{,}5.10^{18}$ hạt. C. $24{,}9.10^{18}$ hạt. D. $11{,}2.10^{18}$ hạt.

14. Khối lượng ban đầu của $^{131}_{53}\text{I}$ là $m_0 = 200$ g. Sau 16 ngày khối lượng chất đó chỉ bằng $\frac{1}{4}$ khối lượng ban đầu. Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu là
A. $2{,}30.10^{17}$ Bq. B. $9{,}22.10^{17}$ Bq. C. $3{,}20.10^{17}$ Bq. D. $7{,}96.10^{17}$ Bq.

15. Cho phản ứng hạt nhân : $^{7}_{3}\text{Li} + \text{p} \rightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{4}_{2}\text{He}$.
Biết $m_{Li} = 7{,}0144$u ; $m_p = 1{,}0073$u ; $m_\alpha = 4{,}0015$u. Năng lượng toả ra là
A. 20 MeV. B. 16 MeV. C. 17,4 MeV. D. 10,2 MeV.

16. Nitơ tự nhiên có khối lượng nguyên tử là 14,0067u gồm 2 đồng vị chính là N14 và N15 có khối lượng nguyên tử lần lượt là 14,00307u và 15,00011u. Phần trăm (%) của N15 trong nitơ là
A. 36%. B. 59%. C. 43%. D. 75%.

17. Dùng hạt α bắn phá hạt nhân nhôm $^{27}_{13}\text{Al}$ ta có phản ứng :

$$^{27}_{13}\text{Al} + \alpha \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + \text{n}$$

Biết $m_\alpha = 4{,}0015$u ; $m_{Al} = 26{,}974$u ; $m_P = 29{,}970$u ; $m_n = 1{,}0087$u và $1\text{u} = 931\ \text{MeV/c}^2$.
Bỏ qua động năng của các hạt sinh ra. Năng lượng tối thiểu của hạt α để phản ứng xảy ra là
A. 2 MeV. B. 3 MeV. C. 4 MeV. D. 5 MeV.

18. Đồng vị phóng xạ $^{66}_{29}\text{Cu}$ có chu kì bán rã là T = 4,3 phút. Sau thời gian t = 12,9 phút độ phóng xạ của đồng vị này giảm đi
A. 87,5 %. B. 12,5 %. C. 20,6 %. D. 79,4 %.

19. Chu kì bán rã của $^{90}_{38}\text{Sr}$ là T = 20 năm. Sau 80 năm, số hạt nhân còn lại chưa phân rã bằng
A. 25%. B. 12,5%. C. 50%. D. 62,5%.

• ***Dữ liệu sau được dùng chung cho các câu 20, 21, 22, 23 và 24.***
Chất phóng xạ côban $^{60}_{27}\text{Co}$ dùng trong y tế có chu kì bán rã là T = 5,33 năm và khối lượng nguyên tử 56,9u. Thời điểm ban đầu có 500 g chất đó.

20. Khối lượng chất côban còn lại sau 12 năm là
A. 105 g. B. 125 g. C. 95 g. D. 375 g.

21. Khối lượng chất côban phân rã sau 16 năm là
A. 395,5 g. B. 105 g. C. 437,5 g. D. 62,4 g.

22. Sau bao nhiêu năm thì chất phóng xạ còn lại là 100 g ?
A. 15,24 năm. B. 8,75 năm. C. 10,50 năm. D. 12,38 năm.

23. Độ phóng xạ ban đầu của lượng chất phóng xạ trên theo đơn vị becren (Bq) là

A. $2,07.10^{16}$ Bq.
C. $2,72.10^{17}$ Bq.
B. $1,85.10^{17}$ Bq.
D. $15,36.10^{15}$ Bq.

24. Độ phóng xạ của chất côban trên tính theo đơn vị curi (Ci) sau 10 năm là

A. 73 600 Ci. B. 152 000 Ci. C. 180 000 Ci. D. 62 500 Ci.

25. Để xác định chu kì bán rã của một đồng vị phóng xạ, người ta đo khối lượng đồng vị trong mẫu chất cách nhau 8 ngày được các số đo là 8 μg và 2 μg. Chu kì bán rã của đồng vị đó là

A. 2 ngày. B. 4 ngày. C. 6 ngày. D. 5 ngày.

26. Chất phóng xạ Po210 có chu kì bán rã là 138 ngày. Khối lượng của Po210 ứng với độ phóng xạ 1 Ci là

A. 0,025 mg. B. 0,200 mg. C. 0,222 mg. D. 2,250 mg.

27. Hiện nay quặng urani thiên nhiên có lẫn U238 và U235 với tỉ lệ số nguyên tử là 140 : 1. Giả sử ở thời điểm tạo thành trái đất tỉ lệ đó là 1 : 1. Chu kì bán rã của U238 là $4,5.10^9$ năm, U235 là $7,8.10^5$ năm. Tuổi của Trái Đất là

A. $4,5.10^{10}$ năm. B. $4,17.10^8$ năm. C. $41,7.\ 10^9$ năm. D. 45.10^7 năm.

• ***Dữ kiện sau được dùng để trả lời cho các câu 28, 29 và 30.***
Một chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 10 s. Lúc đầu có độ phóng xạ là $H_0 = 2.10^7$ Bq.

28. Số nguyên tử tại thời điểm ban đầu là

A. $N_0 = 2,45.10^9$ nguyên tử.
C. $N_0 = 2,7.10^9$ nguyên tử.
B. $N_0 = 2,98.10^8$ nguyên tử.
D. $N_0 = 2,9.10^8$ nguyên tử.

29. Cho biết $\ln 2 = 2,079$. Số nguyên tử còn lại sau 30 s là

A. $N = 3,62.10^6$ nguyên tử.
B. $N = 3,50.10^9$ nguyên tử.
C. $N = 3,60.10^8$ nguyên tử.
D. $N = 3,60.10^7$ nguyên tử.

30. Độ phóng xạ sau 30 s là

A. $H = 2,5.10^6$ Bq.
B. $H = 2,55.10^5$ Bq.
C. $H = 2,53.10^7$ Bq.
D. $H = 2,5.10^4$ Bq.

31. Một chất phóng xạ có chu kì bán rã là T = 3 s. Sau thời gian t = 9 s, số hạt nhân của chất phóng xạ đó giảm

A. 8 lần. C. 3 lần. B. 6 lần. D. 9 lần.

32. Một chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 2 h. Sau thời gian t = 10 h, khối lượng của chất phóng xạ đó đã giảm

A. 2 lần. B. 100 lần. C. 10 lần. D. 32 lần.

33. Chu kì bán rã của U238 là $T = 4,5.10^9$ năm. Số nguyên tử bị phân rã trong 1 năm của U238 là

A. $0,37.10^{10}$ nguyên tử.
B. $38,9.10^{12}$ nguyên tử.
C. $0,38.10^{13}$ nguyên tử.
D. $3,89.10^{11}$ nguyên tử.

34. Khối lượng ban đầu của $^{131}_{53}I$ là $m_0 = 200$ g. Sau 16 ngày khối lượng chất đó chỉ bằng $\frac{1}{4}$ khối lượng ban đầu. Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu là

A. $H_0 = 2,30.10^{17}$ Bq.
C. $H_0 = 3,20.10^{17}$ Bq.
B. $H_0 = 9,22.10^{17}$ Bq.
D. $H_0 = 7,96.10^{17}$ Bq.

35. Chất phóng xạ Na24 có chu kì bán rã T = 15 h, hằng số phóng xạ λ của Na là

A. $\lambda = 1,28.10^{-7}s^{-1}$.
C. $\lambda = 1,28.10^{-8}s^{-1}$.
B. $\lambda = 12,8.10^{-6}s^{-1}$.
D. $\lambda = 12,8.10^{-5}s^{-1}$.

36. Chu kì bán rã của chất phóng xạ Sr38 là T = 20 năm. Sau 80 năm số phần trăm (%) hạt nhân còn lại chưa phân rã là

A. 25%. B. 12,5%. C. 50%. D. 6,25%.

37. Một chất phóng xạ có chu kì T. Tại t = 0 có N_0 hạt nhân. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{2}$, 2T, 3T số hạt nhân còn lại lần lượt là

A. $\frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{4}, \frac{N_0}{8}$. C. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{4}$. B. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{6}, \frac{N_0}{16}$. D. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{4}, \frac{N_0}{8}$.

- ***Dùng các quy ước sau để trả lời các câu 38, 39 và 40.***

A. Hai phát biểu đều đúng, không liên quan đến nhau.
B. Hai phát biểu đều đúng, có liên quan đến nhau.
C. Phát biểu I đúng, phát biểu II sai.
D. Phát biểu I sai, phát biểu II đúng.

Câu	Phát biểu I	Phát biểu II
38	Độ phóng xạ của một chất tỉ lệ với số hạt nhân nguyên tử của chất đó.	Độ phóng xạ của một chất được tính theo công thức H = λN.
39	Các chất phóng xạ có chu kì bán rã khác nhau.	Các chất phóng xạ đều có chung một hằng số phân rã phóng xạ.
40	Độ phóng xạ đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một chất.	Độ phóng xạ của một chất tăng dần theo thời gian theo quy luật hàm mũ.

41. Trong các công thức sau công thức nào biểu diễn định luật phóng xạ

A. $N = N_0.e^{-\lambda t}$. B. $N = N_0.e^{\frac{\lambda}{t}}$. C. $N = N_0.e^{\lambda t}$. D. $N = N_0.e^{-\frac{\lambda}{t}}$.

42. Trong các hạt sau hạt nào là thành phần của tia phóng xạ ?

A. Pôzitron. B. Notron. C. Mêzôn. D. Prôtôn.

43. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ α, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là

A. lùi 1 ô. B. tiến 1 ô. C. lùi 2 ô. D. tiến 2 ô.

44. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ β^-, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là

A. lùi 1 ô. B. tiến 2 ô. C. lùi 2 ô. D. tiến 1 ô.

45. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ β^+, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là

A. lùi 1 ô. B. tiến 1 ô. C. lùi 2 ô. D. tiến 2 ô.

46. Trong các định luật bảo toàn sau đây, phản ứng hạt nhân **không** tuân theo định luật nào ?

A. Định luật bảo toàn số khối. B. Định luật bảo toàn khối lượng.

C. Định luật bảo toàn động lượng. D. Định luật bảo toàn điện tích.

47. Phản ứng hạt nhân nào sau đây là biểu diễn sự phóng xạ ?

A. $^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \to ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$. B. $^{226}_{88}Ra \to ^{4}_{2}H + ^{226}_{88}Rn$.

C. $^{4}_{2}He + ^{27}_{13}Al \to ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$. D. $^{23}_{11}Na + ^{1}_{1}H \to ^{4}_{2}He + ^{20}_{10}Ne$.

48. Urani (U238) phân rã thành rađi rồi tiếp tục cho đến khi hạt nhân con là (một đồng vị bền) theo chuỗi sau :

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} Th \xrightarrow{\beta} Pa \xrightarrow{\beta} U \xrightarrow{\alpha} Th \xrightarrow{\alpha} Ra ... \to ^{206}_{82}Pb$$

$^{238}_{92}U$ biến thành $^{206}_{82}Pb$ sau bao nhiêu lần phóng xạ α và bao nhiêu lần phóng xạ β^- ?

A. 8 α và 6 β^-. C. 6 α và 8 β^-. B. 8 α và 8 β^-. D. 6 α và 6 β^-.

49. Hạt nhân $^{27}_{14}Si$ phát ra tia phóng xạ β^+ theo phương trình phản ứng nào sau đây ?

A. $^{27}_{14}Si \to ^{0}_{1}e + ^{27}_{13}X$. B. $^{27}_{14}Si \to ^{0}_{-1}e + ^{27}_{13}X$.

C. $^{27}_{14}Si \to ^{-1}_{0}e + ^{26}_{14}X$. D. $^{27}_{14}Si \to ^{1}_{0}e + ^{26}_{14}X$.

50. Dưới tác dụng của bức xạ γ, hạt nhân $^{9}_{4}Be$ phân rã thành hai hạt α theo phương trình phản ứng nào sau đây ?

A. $^{9}_{4}Be \to 2\alpha + p$. C. $^{9}_{4}Be \to 2\alpha + ^{0}_{-1}e$.

B. $^{9}_{4}Be \to 2\alpha + ^{1}_{0}n$. D. $^{9}_{4}Be \to 2\alpha + ^{0}_{-1}e$.

51. Khi nói về phản ứng hạt nhân, phát biểu nào sau đây là đúng ?

A. Phản ứng hạt nhân xảy ra do sự va chạm giữa các hạt nhân.

B. Phản ứng hạt nhân là sự tương tác giữa hai hạt nhân dẫn đến sự biến đổi chúng thành các hạt khác.

C. Phản ứng hạt nhân xảy ra khi có tác động từ bên ngoài làm cho hạt nhân vỡ làm đôi.

D. Phản ứng hạt nhân là sự phân rã hạt nhân thành các hạt nhân nhẹ bền hơn.

52. Trong các phản ứng sau, phản ứng nào là phản ứng hạt nhân nhân tạo ?

A. $^{238}_{92}U \to ^{4}_{2}He + ^{234}_{90}Th$. B. $^{27}_{13}Al + \alpha \to ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$.

C. $^{30}_{15}P \rightarrow ^{30}_{142}Si + ^{0}_{1}e$. D. $^{226}_{38}Ra \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{226}_{36}Rn$.

53. Phương pháp các nguyên tử đánh dấu là phương pháp ứng dụng đồng vị phóng xạ P32 của phôtpho để
A. bảo quản thực phẩm.
B. theo dõi sự di chuyển của chất lân trong cây cối.
C. xác định tuổi cổ vật.
D. dò tìm khuyết tật trong các chi tiết máy.

54. Để xác định tuổi của các di vật gốc sinh vật, người ta dựa vào tỉ lệ giữa nguyên tử cacbon (C) và một đồng vị của nó. Đó là đồng vị
A. C11. B. C12. C. C13. D. C14.

55. Trong các máy xiclôtron các điện tích được tăng tốc là do giữa hai hộp D đặt trong chân không có tồn tại
A. điện trường không đổi. B. điện trường biến đổi tuần hoàn.
C. từ trường không đổi. D. từ trường biến đổi tuần hoàn.

56. Khi ngắt hiệu điện thế giữa hai cực D trong máy xiclôtron, các hạt điện tích trong máy sẽ tiếp tục chuyển động theo
A. quỹ đạo tròn với vận tốc đã đạt được trước khi ngắt điện.
B. quỹ đạo tròn với vận tốc giảm dần.
C. quỹ đạo xoắn ốc với bán kính giảm dần.
D. tiếp tuyến với quỹ đạo đã được vạch ra trước đó.

57. Hạt nhân $^{12}_{6}C$ có khối lượng hạt nhân là 11,9967u. Cho $m_n = 1,008665u$; $m_p = 1,007276u$. Độ hụt khối của hạt nhân đó là
A. 0,098946u. B. 0,009894u. C. 0,989464u. D. 0,998946u.

58. Cho biết $m_D = 2,0136u$, $m_p = 1,007276u$, $m_n = 1,008665u$.
Năng lượng liên kết của hạt nhân đơtêri D ($^{2}_{1}H$) là
A. 3,2 MeV. B. 2,2 MeV. C. 1,8 MeV. D. 4,1 MeV.

59. Hạt nhân $^{4}_{2}He$ có khối lượng là 4,0015u. Năng lượng cần thiết để phá vỡ hạt nhân đó là
A. 26,49 MeV. C. 27,79 MeV. B. 30,05 MeV. D. 28,28 MeV.

60. Hạt nhân $^{17}_{8}O$ có khối lượng là 16,9947u. Cho biết $m_p = 1,007276u$, $m_n = 1,008665u$. Năng lượng liên kết riêng của mỗi nuclôn là
A. 7,64.MeV. C. 6,01 MeV. B. 7,74 MeV. D. 8,90 MeV.

61. Năng lượng liên kết riêng của $^{235}_{92}U$ là 7,7 MeV. Cho $m_n = 1,008665u$, $m_p = 1,007276u$. Khối lượng của hạt nhân U235 là
A. 234,9643u. B. 236,9084u. C. 234,89404u. D. 236,8376u.

62. Trong các phản ứng sau, phản ứng nào là phản ứng nhiệt hạch ?

A. $^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$. B. $^{23}_{11}Na + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{24}_{11}Na + ^{1}_{1}H$.
C. $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$. D. $^{1}_{1}H + ^{19}_{9}F \rightarrow ^{16}_{8}O + ^{4}_{2}He$.

63. Biết nguyên tử lượng của ôxi là 15,995. Số nguyên tử trong 1 g khí ôxi là
A. $3,8.10^{22}$ nguyên tử. B. $1,88.10^{20}$ nguyên tử.
C. $1,88.10^{22}$ nguyên tử. D. $3,8.10^{20}$ nguyên tử.

• Dữ kiện sau được dùng để trả lời cho các câu 64, 65.

Hạt nhân $^{7}_{3}Li$ có $m_{Li} = 7,016005u$. Cho biết $m_D = 2,0136u$, $m_p = 1,007276u$, $m_n = 1,008665u$.

64. Độ hụt khối của $^{7}_{3}Li$ là
A. $\Delta m = 0,040483u$ B. $\Delta m = 0,04129u$.
C. $\Delta m = 0,04465u$. D. $\Delta m = 0,03877u$.

65. Năng lượng liên kết của hạt nhân $^{7}_{3}Li$ là
A. $W_{lk} = 37,68967$ MeV. B. $W_{lk} = 41,56915$ MeV.
C. $W_{lk} = 36,09487$ MeV. D. $W_{lk} = 38,44099$ MeV.

66. Rađôn là chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 3,6 ngày. Tại thời điểm ban đầu có 1,2 g $^{222}_{86}Rn$. Sau khoảng thời gian t = 1,4T số nguyên tử $^{222}_{86}Rn$ còn lại là
A. $1,874.10^{18}$ nguyên tử. B. $2,165.10^{19}$ nguyên tử.
C. $1,234.10^{21}$ nguyên tử. D. $2,465.10^{20}$ nguyên tử.

67. Một chất phóng xạ có chu kì bán rã T = 7 ngày. Thời điểm ban đầu có 800 g chất đó. Chất phóng xạ còn lại là 100 g sau một thời gian
A. 14 ngày. B. 21 ngày. C. 28 ngày. D. 56 ngày.

68. Biết rằng đồng vị $^{14}_{6}C$ có chu kì bán rã 5600 năm còn đồng vị $^{12}_{6}C$ rất bền vững. Một mẫu cổ vật sinh vật có số đồng vị C14 chỉ bằng $\frac{1}{8}$ số đồng vị C12. Tuổi của cổ vật ấy là
A. 1 400 năm. B. 22 400 năm. C. 16 800 năm. D. 11 800 năm.

69. Cho biết năng lượng tỏa ra trong mỗi phân hạch hạt nhân U là 200 MeV. Năng lượng tỏa ra trong quá trình phân hạch hạt nhân của 1 kg urani (U235) là
A. $W = 5,12.10^{26}$ MeV. B. $W = 4,65.10^{26}$ MeV.
C. $W = 6,721.10^{26}$ MeV. D. $W = 3,91.10^{26}$ MeV.

70. Năng lượng bên trong Mặt Trời là do
A. sự tổng hợp hạt nhân, trong đó hạt nhân biến thành biến đổi thành heli.
B. sự đốt cháy các hiđrôcacbon bên trong Mặt Trời.
C. sự bắn phá của các thiên thạch và tia vũ trụ lên Mặt Trời.
D. sự phân rã của các hạt nhân urani bên trong Mặt Trời.

ĐÁP ÁN

1B	2B	3B	4A	5A	6A	7D	8A	9C	10D
11B	12D	13C	14B	15C	16A	17B	18A	19D	20A
21C	22D	23A	24B	25A	26C	27B	28B	29D	30A
31A	32D	33D	34B	35D	36D	37B	38B	39D	40D
41A	42A	43C	44D	45A	46B	47C	48A	49D	50B
51B	52B	53B	54B	55B	56A	57A	58B	59D	60B
61A	62C	63C	64A	65A	66C	67B	68C	69A	70B

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

4. Chọn A. Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững. Theo đề bài, hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y, do đó, năng lượng liên kết riêng của hạt nhân Y lớn hơn hạt nhân X. Vì vậy, hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.

6. Chọn A. Ta có : $N_0 = \frac{m}{A}.N_A = \frac{200}{131}.6,023.10^{23} = 9,19.10^{23}$ nguyên tử.

7. Chọn D. Vì $A = Z + N = 82 + 125 = 207$. Vậy ${}_{Z}^{A}X \equiv {}_{82}^{207}Pb$.

8. Chọn A. Ta có : t = 24 ngày = 3.8 ngày = 3T.

Suy ra : $m_t = m_0.2^{-\frac{t}{T}} = \frac{m_0}{2^3} = \frac{200}{8} = 25\,(g)$.

9. Chọn C. Ta có : $H = H_0.e^{-\lambda t} = H_0.e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow T = \frac{t\ln 2}{\ln\frac{H_0}{H}} = \frac{105\ln 2}{\ln 128} = 15\,(h)$.

10. Chọn D. Độ hụt khối của hạt nhân ${}_{3}^{7}Li$ là :

$$\Delta M = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - M\right] = 3m_p + 4m_n - M$$
$$= (3.1,0073 + 4.1,0087 - 7,016)u = 0,0407u.$$

Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}_{3}^{7}Li$ là :

$$W_{lk} = \Delta M.c^2 = 0,0407u.c^2 = 0,0407.931 \approx 37,9\ (MeV).$$

11. Chọn B. Ta có :

$$H_t = H_0.e^{-\lambda t} = H_0.e^{-\frac{\ln 2}{T}.t} \Rightarrow t = \frac{\ln 2}{T}.\ln\frac{H_0}{H} = \frac{5570}{\ln 2}.\ln 4 = 11\,140 \text{ năm.}$$

12. Chọn D. Năng lượng tương ứng với một khối lượng nguyên tử u là 893 MeV.

13. Chọn C. Số hạt nhân trong 1 mg ${}_{11}^{24}Na$ là :

$$N_0 = \frac{m}{M}.N_A = \frac{10^{-3}}{24}.6,02.10^{23} = 0,25.10^{3} \text{ hạt.}$$

Số hạt nhân bị phân rã sau 5 ngày là :

$$\Delta N = N_0.(1-2^{-\frac{t}{T}}) = N_0(1-2^{-\frac{120}{15}}) = 24,9.10^{18} \text{ hạt.}$$

Mỗi hạt nhân $^{24}_{11}Na$ phân rã phóng ra một hạt β^-. Vậy số hạt β^- được giải phóng sau 5 ngày từ 1mg đồng vị $^{24}_{11}Na$ là : 24,9.10^{18} hạt.

14. Chọn B. Ta có : $m = m_0.2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{m}{m_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow T = \frac{t}{\log_2 4} = \frac{t}{2} = 8$ ngày

Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu :

$$H_0 = \lambda.N_0 = \lambda.\frac{m_0}{M}.N_A = \frac{\ln 2}{T}.\frac{m_0}{M}.N_A$$

$$= \frac{\ln 2}{8.86400}.\frac{200}{131}.6,02.10^{23} = 9,22.10^{17} \text{ (Bq).}$$

15. Chọn C. Năng lượng toả ra là :

$$W = \Delta M.c^2 = (m_{Li} + m_P - 2m_\alpha)$$

$$= (7,0144 + 1,0073 - 2.4,0015)u.c^2 = 0,0187u.c^2 = 17,4 \text{ (MeV).}$$

16. Chọn A. Gọi x là số phần trăm của N15. Ta có :

$$x.15,0011 + (1 - x).14,00307 = 14,0067.x = 0,36.$$

17. Chọn B. Năng lượng tối thiểu của hạt α để phản ứng xảy ra là :

$$W = (m_P + m_n - m_{Al} - m_\alpha)c^2 = (29,970 + 1,0087 - 26,974 - 4,0015)u.c^2$$

$$= 3,2.10^{-3}u.c^2 \approx 3 \text{ (MeV).}$$

18. Chọn A. Ta có : t = 12,9 phút = 3.4,3 phút = 3T.

Độ phóng xạ ở thời điểm t : $H = H_0.2^{-\frac{t}{T}}$.

Độ phóng xạ giảm : $\frac{H_0 - H}{H_0} = (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = 1 - \frac{1}{8} = 0,0875 = 87,5\%$.

19. Chọn D. Ta có : t = 80 năm = 4.20 năm = 4T.

Số hạt nhân còn lại sau 80 năm : $N = N_0.2^{-\frac{t}{T}}$.

Suy ra : $$\frac{N}{N_0} = 2^{\frac{t}{T}} = \frac{1}{16} = 0,625 = 62,5\%.$$

20. Chọn A. Từ công thức $m = m_0e^{-\lambda t} = 500.e^{\frac{0.693.12}{5.33}} = 105$ (g).

21. Chọn C. Ta có : $\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t}) = 500.e^{-\frac{0.693.12}{5.33}} = 437,5$ (g).

22. Chọn D. Ta có : $m = m_0e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{m}{m_0} \Leftrightarrow -\lambda t = \ln\frac{m}{m_0}$

Suy ra : $t = -\dfrac{T\ln\dfrac{m}{m_0}}{0{,}693} = -\dfrac{5{,}33\ln\dfrac{1}{5}}{0{,}693} = 12{,}38$ năm.

23. Chọn A. $H_0 = \lambda N_0 = \dfrac{0{,}693}{5{,}33}.\dfrac{500}{60}.6{,}023.10^{23}.\dfrac{1}{365.86400} \approx 2.07.10^{16}$ (Bq).

24. Chọn B. $H = H_0e^{-\lambda t} = 2{,}07.10^{16}.e^{-\frac{0.693.10}{5.33}} \approx 5{,}64.10^{15} \approx 152.10^{3}$ (Ci).

25. Chọn A. Xem khối lượng tại thời điểm ban đầu của chất phóng xạ là 8 μg và áp dụng công thức $m = m_0e^{-\lambda t}$, ta có : $t = -\dfrac{T\ln\dfrac{m}{m_0}}{0{,}693} = -\dfrac{\ln\dfrac{2}{8}}{0{,}693} = 2$ ngày.

26. Chọn C. Ta có : $\lambda N = \lambda\dfrac{m}{M}N_A = \dfrac{0{,}693}{T}\dfrac{m}{M}N_A$. Suy ra :

$$m = \frac{H.MT}{0{,}693.N_A} = \frac{3{,}7.10^{10}.210.138.24.3600}{0{,}693.6{,}023.10^{23}} = 0{,}222\ (mg).$$

27. Chọn B. Ban đầu : $m_{U235} = m_{U238}$. Suy ra : $\dfrac{m_{U238}m_{0U238}.e^{-\lambda_1 t}}{m_{U235}m_{0U235}.e^{-\lambda_2 t}} = 140.$

Hiện nay : $\ln 140 = (\lambda_2 - \lambda_1)t \Rightarrow t = \dfrac{\ln 140(T_1.T_2)}{\ln 2(T_1 - T_2)}$.

Thay số ta được : $t = \ln 138\dfrac{4{,}5.10^{9}.7{,}13.10^{8}}{4{,}5.10^{5} - 7{,}13.10^{8}} = 4{,}17.10^{8}$ năm.

28. Chọn B. Ta có : $N_0 \approx \dfrac{H_0}{\lambda} = \dfrac{2.10^{7}}{0{,}693} = 2{,}98.10^{8}$ nguyên tử.

29. Chọn D. Ta có : $N = N_0e^{-\lambda t} = 2{,}9.10^{8}.e^{-\frac{0.693.3}{10}} = 3{,}6.10^{7}$ nguyên tử.

30. Chọn A. Ta có : $H_t = \lambda N = \dfrac{0{,}693}{T}.3{,}6.10^{7} = 2{,}5.10^{6}$ (Bq).

31. Chọn A. Ta có : $N = N_0 2^{-\frac{1}{T}} \Rightarrow \dfrac{N}{N_0} = 2^{-3} = \dfrac{1}{8}$.

32. Chọn D. Tương tự Câu 31.

33. Chọn D. Ta có : $\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}) = \dfrac{1}{A}N_A(1 - e^{-\lambda t}) = \dfrac{1}{A}\lambda t.$

Thay số ta được : $\Delta N = \dfrac{1}{238}.6{,}023.10^{23}\dfrac{0{,}693}{4{,}5.10^{9}} = 3{,}89.10^{11}$.

34. Chọn B. Ta có : $m = m_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow t = 8$ ngày.

$$H_0 = \lambda N_0 = \lambda \frac{m_0}{m} N_A = \frac{0,693}{131.8.86400}.200.6,023.10^{23} = 9,22.10^{17}\ (Bq).$$

35. Chọn D. Ta có : $\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{15.3600} = 12,8.10^{-6} s^{-1}$.

36. Chọn D. Ta có : $\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T}t} = 6,25\%$.

37. Chọn B. Một chất phóng xạ có chu kì T. Tại t = 0 có N_0 hạt nhân. Sau khoảng thời gian $\frac{T}{2}$, 2T, 3T số hạt nhân còn lại lần lượt là : $\frac{N_0}{\sqrt{2}}, \frac{N_0}{6}, \frac{N_0}{16}$.

38. Chọn B. Hai phát biểu đều đúng, có liên quan đến nhau.

39. Chọn D. Các chất phóng xạ có chu kì bán rã khác nhau là sai. Các chất phóng xạ đều có chung một hằng số phân rã phóng xạ là đúng.

40. Chọn D. Hai phát biểu đều đúng.

41. Chọn A. Công thức $N = N_0.e^{-\lambda t}$ biểu diễn định luật phóng xạ.

42. Chọn A. Pôzitron là thành phần của tia phóng xạ.

43. Chọn C. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ α, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là lùi 2 ô.

44. Chọn D. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ β^-, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là tiến 1 ô.

45. Chọn A. Theo quy tắc dịch chuyển trong phóng xạ β^+, vị trí của hạt nhân con so với hạt nhân mẹ trong bảng tuần hoàn là lùi 1 ô.

46. Chọn B. Phản ứng hạt nhân không bảo toàn khối lượng.

47. Chọn C. Phản ứng ${}_2^4He + {}_{13}^{27}Al \rightarrow {}_{15}^{30}P + {}_0^1n$ biểu diễn sự phóng xạ.

48. Chọn A. Ta có : $N_\alpha = \frac{A_{U238} - A_{Po}}{A_\alpha} = \frac{238 - 206}{4} = 8$;

$$N_{\beta^-} = 8Z_{Pa} - (Z_{U238} - Z_{Po}) = 8.2 - (92 - 84) = 6.$$

49. Chọn D. ${}_{14}^{27}Si$ phát ra tia phóng xạ β^+ theo phương trình phản ứng ${}_{14}^{27}Si \rightarrow {}_0^1e + {}_{14}^{26}X$.

50. Chọn B. Dưới tác dụng của bức xạ γ, hạt nhân ${}_4^9Be$ phân rã thành hai hạt α theo phương trình phản ứng ${}_4^9Be \rightarrow 2\alpha + {}_0^1n$.

51. Chọn B.

52. Chọn B. Phản ứng ${}^{27}_{13}Al + \alpha \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$ là phản ứng hạt nhân nhân tạo.

53. Chọn B. Phương pháp các nguyên tử đánh dấu là phương pháp ứng dụng đồng vị phóng xạ P32 của phôtpho để theo dõi sự di chuyển của chất lân trong cây cối.

54. Chọn B. Để xác định tuổi của các di vật gốc sinh vật, người ta dựa vào tỉ lệ giữa nguyên tử cacbon (C) và một đồng vị của nó. Đó là đồng vị C14.

55. Chọn B. Trong các máy xiclôtron các điện tích được tăng tốc là do giữa hai hộp D đặt trong chân không có tồn tại điện trường biến đổi tuần hoàn.

56. Chọn A. Khi ngắt hiệu điện thế giữa hai cực D trong máy xiclôtron, các hạt điện tích trong máy sẽ tiếp tục chuyển động theo quỹ đạo tròn với vận tốc đã đạt được trước khi ngắt điện.

57. Chọn A. Ta có : $\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m_C$
$= 6(1{,}008665 + 1{,}007276) - 11{,}9967 = 0{,}098946u.$

58. Chọn B. $W_{lk} = \Delta mc^2 = [(1{,}00865 + 1{,}007176) - 2{,}0136].931 = 2{,}2$ (MeV).

59. Chọn D. $W_{lk} = \Delta mc^2 = [2(1{,}00865 + 1{,}007176) - 4{,}0015].931 = 28{,}28$ (MeV).

60. Chọn B. $\dfrac{W_{lk}}{A} = \dfrac{[(8.1{,}007276 + 9.1{,}008665) - 16{,}9947]931}{17} = 7{,}74$ (MeV).

61. Chọn A. $W_{lk} = \Delta mc^2 = (92m_p + 143m_n - m_{U235})c^2$

$$m_{U235} = 92m_p + 143m_n - \frac{W_{lk}}{c^2}$$

$$= 92.1{,}007276 + 143.1{,}008665 - \frac{235.7{,}7}{931} = 234{,}9643u.$$

63. Chọn C. Số nguyên tử trong 1 g khí ôxi là :

$$N = \frac{m}{A} \cdot N_A = \frac{1}{2.15{,}995}.6{,}02.10^{23} = 1{,}88.10^{22} \text{ nguyên tử.}$$

64. Chọn A. $\Delta m = [(3m_p + 4m_n) - m_{Li}]$
$= [(3.1{,}007276 + 4.1{,}008665) - 7{,}016005] = 0{,}040483u.$

65. Chọn A. $W_{lk} = \Delta mc^2 = 0{,}040483.931 = 37{,}68967$ (MeV).

66. Chọn C. Số nguyên tử ${}^{222}_{86}Rn$ còn lại là : $N = N_0.e^{-\lambda t} = N_0.2^{-\frac{t}{T}}$.

Mặt khác, ta có : $N_0 = \dfrac{m_0}{A} N_A$.

Suy ra : $N = \dfrac{m_0}{A} \cdot N_A.2^{-\frac{t}{T}} = \dfrac{1{,}2}{222} \cdot 6{,}02.10^{23}.2^{-1{,}4} = 1{,}234.10^{21}$ nguyên tử.

67. Chọn B. Ta có : $m = m_0.e^{-\lambda t} = m_0.2^{-\frac{\ln 2}{T}.t}$. Suy ra :

$$t = \frac{T}{\ln 2}\cdot\ln\frac{m_0}{m} = \frac{7}{\ln 2}\cdot\ln\frac{800}{100} = 21 \text{ ngày.}$$

68. Chọn C. Số đồng vị C14 chỉ bằng $\frac{1}{8}$ số đồng vị C12 chứng tỏ số đồng vị C14 đã giảm đi 8 lần = 2^3 lần, tức là thời gian bằng 3 lần chu kì bán rã :

$$t = 3T = 3.5\,600 = 16\,800 \text{ năm.}$$

69. Chọn A. Năng lượng tỏa ra trong quá trình phân hạch hạt nhân của 1 kg Urani (U235) là : $W = \frac{1\,000.6,023.10^{23}}{235}.200 = 5,12.10^{26}$ (MeV).

70. Chọn B. Năng lượng bên trong Mặt Trời là do sự đốt cháy các hiđrôcacbon bên trong Mặt Trời.

Chương 10.

TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ

Chủ đề 1

CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA HẠT SƠ CẤP

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

- Hạt sơ cấp (hạt cơ bản) là thành phần chung cấu tạo nên vật chất, có khối lượng và kích thước rất nhỏ (nhỏ hơn hạt nhân nguyên tử).
- Hạt sơ cấp có 4 đặc trưng chính : khối lượng, điện tích, spin (số lượng tử spin) và thời gian sống trung bình. Các đặc trưng của các hạt khác nhau thì rất khác nhau.
- Hạt và phản hạt là cặp hạt sơ cấp có cùng các đặc trưng chính và điện tích của chúng trái dấu nhau. Hạt và phản hạt tương tác (hủy nhau) sinh ra năng lượng (phôtôn) và ngược lại, từ các phôtôn xảy ra quá trình sinh hạt tạo ra hạt và phản hạt.
- Hạt sơ cấp có 4 loại chính : phôtôn ($m_0 = 0$), leptôn (gồm các hạt nhẹ như êlectron, muyôn...), mêzôn (gồm các hạt có khối lượng trung bình như mêzôn...) và các barion (gồm các hạt có khối lượng rất lớn hơn khối lượng prôtôn). Mêzôn và barion gọi chung là các hađrôn.
- Giữa các hạt sơ cấp có 4 loại tương tác : tương tác hấp dẫn đối với tất cả các hạt, tương tác điện từ đối với các hạt mang điện, tương tác yếu trong phân rã β và tương tác mạnh giữa các hađrôn.
- Có 6 hạt quac, chúng là thành phần cấu tạo nên các hađrôn, chẳng hạn mỗi barion được cấu tạo từ 3 quac. Các quac có điện tích bằng $\pm\frac{1}{3}e$ hoặc $\pm\frac{2}{3}e$.
- Các hạt sơ cấp, hiểu theo nghĩa không thể chia nhỏ hơn nữa, gồm các leptôn, các hạt truyền tương tác và các quac.

B. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Phát biểu nào sau đây là **không đúng** ?
   A. Các hạt sơ cấp là chung cho mọi loại nguyên tử, phân tử của vật chất.
   B. Các hạt sơ cấp phần lớn có thời gian tồn tại độc lập ngắn.
   C. Các hạt sơ cấp là thành phần vật chất nhỏ nhất, chúng cấu tạo nên các quac.
   D. Các hạt sơ cấp đều tương tác với nhau.

2. Nhóm hạt nào sau đây gồm tất cả là các hạt sơ cấp ?
   A. Nguyên tử He, êlectron, prôtôn, nơtron, hạt α.
   B. Hạt α, chùm tia β, leptôn, êlectron, prôtôn.
   C. Chùm tia β, nơtrinô, neutron, êlectron, mêzôn.
   D. Phôtôn, pôzitron, hạt đơtêri, muyôn, mêzôn.

3. Nhóm hạt nào sau đây **không** phải tất cả là các hạt sơ cấp ?
   A. Hạt α, chùm tia β, chùm tia γ, prôtôn, nơtron.
   B. Chùm tia β, chùm tia γ, prôtôn, nơtron, nơtrinô.
   C. Chùm tia γ, prôtôn, nơtron, nơtrinô, mêzôn.
   D. Prôtôn, nơtron, nơtrinô, mêzôn, muyôn.

4. Chọn nhận xét **không** đúng.
   A. Hạt cơ bản có thể không mang điện tích.
   B. Điện tích nguyên tố là điện tích nhỏ nhất trong vũ trụ.
   C. Tổng điện tích của hạt và phản hạt của nó là bằng không.
   D. Các quac có điện tích nhỏ hơn điện tích nguyên tố.

5. Thời gian sống trung bình của các hạt cơ bản riêng lẻ :
   A. bằng thời gian tồn tại của các nguyên tử.
   B. gần bằng nhau và bằng thời gian tồn tại của các nguyên tử.
   C. rất khác nhau : chi có các leptôn là bền.
   D. không giống nhau.

6. Hạt và phản hạt
   A. có tổng khối lượng nghi bằng không vì chúng hủy nhau tạo ra các phôtôn không có khối lượng.
   B. có tổng spin bằng không.
   C. có tổng động lượng bằng không.
   D. có tổng điện tích bằng không.

7. Hãy chọn sắp xếp đúng theo thứ tự giảm dần của các tương tác.
   A. Tương tác mạnh, điện từ, tương tác yếu, hấp dẫn.
   B. Tương tác mạnh, điện từ, hấp dẫn, tương tác yếu.
   C. Tương tác mạnh, hấp dẫn, điện từ, tương tác yếu.
   D. Tương tác mạnh, hấp dẫn, tương tác yếu, điện từ.

8. Chọn phát biểu đúng.
   A. Có tất cả 3 hạt quac và 3 phản hạt của chúng, tạo nên các barion.

B. Có tất cả 3 hạt quac và 3 phản hạt của chúng, tạo nên các hađrôn.
C. Có tất cả 6 hạt quac, chúng tạo nên các hạt hađrôn.
D. Có tất cả 6 hạt quac, chúng tạo nên các hạt cơ bản khác.

9. Chọn phát biểu đúng.
A. Tương tác mạnh là loại tương tác có cường độ mạnh nhất, có bán kính tác dụng rất lớn.
B. Tương tác yếu là loại tương tác có cường độ yếu nhất, có bán kính tác dụng rất nhỏ.
C. Tương tác hấp dẫn có cường độ nhỏ nhất nhưng có bán kính tác dụng bằng vô cùng.
D. Giữa các hạt sơ cấp với nhau tồn tại đồng thời cả 4 loại tương tác này.

10. Chọn phát biểu không đúng.
A. Pôzitron là phản hạt của êlectron, chúng hủy nhau với êlectron khi va chạm.
B. Pôzitron là phản hạt của êlectron, chúng sinh ra năng lượng khi va chạm với êlectron.
C. Quá trình hủy pôzitron và êlectron là quá trình bảo toàn năng lượng.
D. Quá trình hủy pôzitron và êlectron là quá trình bảo toàn khối lượng.

11. Barion là các hạt có
A. điện tích lớn hơn điện tích prôtôn.
B. năng lượng nghỉ lớn hơn năng lượng nghỉ prôtôn.
C. vận tốc lớn hơn vận tốc prôtôn.
D. thời gian sống lớn hơn prôtôn.

12. Quac u có điện tích $+\frac{2}{3}e$, quac d có điện tích $-\frac{1}{3}e$. Cấu tạo của prôtôn gồm
A. 2 quac d và 1 quac u. B. 2 quac u và 1quac d.
C. 3 quac u. D. 3 quac d.

13. Quac u có điện tích $+\frac{2}{3}e$, quac d có điện tích $-\frac{1}{3}e$. Cấu tạo của nơtron gồm
A. 2 quac d và 1 quac u. B. 2 quac u và 1quac d.
C. 3 quac u. D. 3 quac đ.

ĐÁP ÁN

1C	2C	3A	4B	5D	6D	7A
8C	9C	10D	11B	12B	13A	

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

1. Chọn C. Có nhiều loại hạt sơ cấp, chúng cấu tạo nên các nguyên tử, phân tử và chúng là chung cho toàn thể vật chất. Giữa chúng luôn tồn tại các tương tác (ít nhất là tương tác hấp dẫn).

2. Chọn C. Hạt α thực chất là hạt nhân của nguyên tử heli.
3. Chọn A. Hạt α thực chất là hạt nhân của nguyên tử heli.
4. Chọn B. Các quac có điện tích nhỏ hơn điện tích nguyên tố.
5. Chọn D. Có những hạt sơ cấp rất bền như prôtôn, êlectron ... nhưng cũng có những hạt rất kém bền như muyôn, mêzôn ...
6. Chọn D. Hạt và phản hạt có các đại lượng đặc trưng giống nhau nhưng có điện tích trái dấu.
8. Chọn C. Có 6 quac : b, c, d, s, t, u và 6 phản quac tương ứng, chúng tạo nên các hađrôn chứ không phải toàn bộ các hạt cơ bản khác.
10. Chọn D. Quá trình hủy hạt và phản hạt sinh ra năng lượng dưới dạng các phôtôn và chúng không bảo toàn khối lượng.
11. Chọn B. Barion là các hạt sơ cấp có khối lượng lớn hơn khối lượng prôtôn nên có năng lượng nghỉ lớn hơn prôtôn.
12. Chọn B. Điện tích của prôtôn bằng +e, được cấu tạo từ ba quac trong số hai loại này.
13. Chọn A. Điện tích của neutron bằng 0, được cấu tạo từ ba quac trong số hai loại này.

Chủ đề 2

TÍNH CHẤT CỦA CÁC THIÊN THỂ VÀ VŨ TRỤ

A. TRỌNG TÂM KIẾN THỨC

1. *Hệ Mặt Trời* gồm có Mặt Trời ở trung tâm, xung quanh có 8 hành tinh lớn và rất nhiều hành tinh nhỏ, quanh các hành tinh thường có các vệ tinh (như Mặt Trăng là vệ tinh của Trái Đất). Các hành tinh tự quay quanh nó và tất cả đều quay cùng chiều quanh Mặt Trời theo những quỹ đạo elip gần như trong cùng một mặt phẳng.

Mặt Trời là một ngôi sao (tự phát sáng) gồm quang cầu có bán kính cỡ 7.10^5 km, nhiệt độ bề mặt khoảng 6 000 K và khí quyển bao quanh quang cầu gồm hai lớp: sắc cầu và nhật hoa. Mặt Trời bức xạ năng lượng với công suất $\mathscr{P} \approx 3,9.10^{26}$ W, năng lượng của Mặt Trời có nguồn gốc từ các phản ứng nhiệt hạch. Bề mặt và trong lòng Mặt Trời luôn xảy ra những biến động dữ dội và gây nhiều ảnh hưởng lên Trái Đất.

BỒI DƯỠNG TOÁN - LÝ - HÓA CẤP 2+3 1000B TRẦN HƯNG ĐẠO TP.QUY NHƠN

2. ***Trái Đất*** là một hành tinh có bán kính khoảng 6 400 km quay quanh Mặt Trời với chu kì 365,25 ngày. Xung quanh Trái Đất tồn tại từ trường theo hướng gần hướng Bắc – Nam. Trái Đất có một vệ tinh tự nhiên là Mặt Trăng. Mặt Trăng tự quay quanh mình và quay quanh Trái Đất cùng một chu kì và một chiều quay. Do đó, Mặt Trăng luôn hướng một nửa nhất định của nó về Trái Đất. Mặt Trăng gây ra nhiều ảnh hưởng trên Trái Đất, đặc biệt là hiện tượng thủy triều.
3. Các hành tinh trong hệ Mặt Trời được chia làm hai nhóm: nhóm Trái Đất gồm các hành tinh ở gần Mặt Trời (từ Hỏa tinh trở vào) có kích thước nhỏ, khối lượng riêng lớn và nhóm Mộc tinh gồm các hành tinh ở xa Mặt Trời (từ Mộc tinh trở ra) có kích thước lớn, khối lượng riêng nhỏ.
4. ***Sao*** là một thiên thể nóng tự phát sáng ; các sao ở rất xa nhau (hàng chục tỉ km) có độ sáng khác nhau và có nhiều loại với những tính chất rất khác nhau.

   Các sao tồn tại thành những quần thể gồm hàng chục tỉ sao gọi là các thiên hà. Có ba loại hình dạng chính của các thiên hà: thiên hà xoắn ốc, thiên hà elip và thiên hà không định hình. Các thiên hà gần nhau tạo thành nhóm thiên hà và các nhóm thiên hà quy tụ thành siêu nhóm thiên hà. Vũ trụ gồm rất nhiều siêu nhóm thiên hà.

   Các thiên hà đang lùi xa nhau, tốc độ lùi xa của các thiên hà tỉ lệ với khoảng cách giữa thiên hà và chúng ta : $v = Hd$

   với $H = 1,7.10^{-2}$ (m/s.năm ánh sáng).
5. ***Thuyết Vụ Nổ Lớn*** (Big Bang) cho rằng vũ trụ được hình thành từ một vụ nổ "vĩ đại" cách đây khoảng 14 tỉ năm. Theo lí thuyết này, quá trình tiến hóa của vũ trụ gồm nhiều giai đoạn hình thành cho tới ngày nay. Các quan sát thiên văn cho thấy các thiên hà đang lùi ra xa nhau, chứng tỏ vũ trụ đang giãn nở và có tồn tại một bức xạ "nền" vũ trụ trong vùng sóng viba ở nhiệt độ cỡ 3 K.

B. BÀI TẬP

I. BÀI TẬP TỰ LUẬN

Phương pháp giải

Sử dụng định luật Hớp-bơn : $v = H.d$, *để tính tốc độ lùi xa của các thiên hà.*

Ví dụ 1. Tính tốc độ lùi xa của sao Thiên Lang ở cách chúng ta 8,73 năm ánh sáng.

Giải

Ta có : $v = H.d = 1,7.10^{-2}$ m/s.năm ánh sáng . 8,73 năm ánh sáng $\approx 0,148$ m/s.

Ví dụ 2. Cho rằng công suất bức xạ của Mặt Trời bằng $\mathscr{P} = 3{,}9.10^{26}$ W và năng lượng Mặt Trời có nguồn gốc từ các phản ứng nhiệt hạch. Trong một ngày đêm, khối lượng Mặt Trời giảm đi một lượng bao nhiêu ?

Giải

Năng lượng bức xạ trong một ngày đêm là :

$$W = \mathscr{P}.t = 3{,}9.10^{26}.24.3600 = 33{,}7.10^{30}\ (J).$$

Khối lượng bị mất đi do phản ứng hạt nhân được tính theo hệ thức Anh-xtanh :

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{W}{c^2} = \frac{33{,}7.10^{30}}{(3.10^8)^2} = 3{,}74.10^{14}\ (kg).$$

II. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

1. Phát biểu nào sau đây là đúng ?
   A. Nhiệt độ trong lòng Mặt Trời rất cao cỡ 6 000 K.
   B. Mặt Trời liên tục bức xạ năng lượng, năng lượng của Mặt Trời có nguồn gốc từ các phản ứng hạt nhân.
   C. Mặt Trời là một thiên thể ổn định, không có sự biến đổi theo thời gian.
   D. Cả A, B, C đều sai.

2. Nhận xét nào sau đây là **sai** ?
   A. Mặt Trăng quay quanh Trái Đất với chu kì 27 ngày.
   B. Mặt Trăng quay quanh Trái Đất và làm dịch chuyển bầu khí quyển của Trái Đất.
   C. Mặt Trăng quay quanh Trái Đất và luôn hướng một mặt nhất định về phía Trái Đất.
   D. Mặt Trăng quay quanh Trái đất với chu kì 1 ngày.

3. Phát biểu nào sau đây là đúng ?
   A. Các thiên hà đang chạy ra xa nhau với tốc độ không đổi.
   B. Các thiên hà đang chạy ra xa nhau với tốc độ giảm dần.
   C. Các thiên hà đang chạy ra xa nhau với tốc độ tăng dần.
   D. Các thiên hà đang lùi ra xa hệ Mặt Trời và khoảng cách giữa chúng không đổi.

4. Phát biểu nào sau đây là đúng ?
   A. Tất cả các hành tinh quay quanh Mặt Trời theo cùng một chiều.
   B. Tất cả các hành tinh đều tự quay quanh mình nó theo một chiều thuận.
   C. Tất cả các hành tinh đều tự quay quanh mình nó theo một chiều thuận và quay quanh Mặt Trời theo cùng một chiều.
   D. Tất cả các phát biểu trên đều sai.

5. Chọn phát biểu **sai**.

A. Quỹ đạo của các hành tinh quanh Mặt Trời đều là những elip.

B. Quỹ đạo của các hành tinh quanh Mặt Trời đều là những elip trừ các sao chổi.

C. Quỹ đạo của các hành tinh quanh Mặt Trời đều là những elip nằm gần như trong cùng một mặt phẳng.

D. Quỹ đạo của các hành tinh quanh Mặt Trời đều là những elip mà Mặt Trời là một trong hai tiêu điểm.

6. Cấu tạo của Mặt Trời bao gồm

A. quang cầu, khí quyển và sắc cầu.

B. quang cầu và nhật hoa.

C. quang cầu và khí quyển.

D. quang cầu, khí quyển và nhật hoa.

7. Cho rằng Trái đất là một hình cầu bán kính 6 400 km và hằng số Mặt Trời H = 1 360 W/m^2. Giả sử mọi điểm trên bề mặt Trái Đất đều nhận được năng lượng như nhau. Một năm năng lượng Trái Đất nhận được từ Mặt Trời là

A. $2,117.10^{25}$ J.
B. $2,117.\ 10^{23}$ J.
C. $1,058.\ 10^{25}$ J.
D. $0,529.\ 10^{23}$ J.

8. Sắp xếp theo thứ tự giảm dần nhiệt độ các phần của Mặt Trời.

A. Nhật hoa, bề mặt quang cầu, sắc cầu.

B. Bề mặt quang cầu, sắc cầu, nhật hoa.

C. Bề mặt quang cầu, nhật hoa, sắc cầu.

D. Sắc cầu, nhật hoa, bề mặt quang cầu.

9. Một thiên hà ở cách chúng ta 1 000 năm ánh sáng, nó đang lùi ra xa chúng ta với vận tốc là

A. 17 km/s.
B. 17 km/h.
C. 170 km/s.
D. 170 km/h.

10. Sự dịch về phía đỏ quang phổ của một thiên hà cho thấy nó đang chuyển động ra xa chúng ta với vận tốc 340 km/s. Nó ở cách chúng ta một khoảng là

A. $18,92.10^{12}$ km.
B. $18,92.10^{16}$ km.
C. $18,92.10^{18}$ km.
D. $9,46.10^{16}$ km.

11. Một ngôi sao ở cách chúng ta 100 năm ánh sáng, bức xạ năng lượng đến Trái Đất với công suất trên bề mặt Trái Đất là H = 0,001 W/m^2. Công suất bức xạ thực tế của nó là

A. $1,125.10^{28}$ W.
B. $0,281.10^{28}$ W.
C. $1,125.\ 10^{34}$ W.
D. $0,281.10^{34}$ W.

12. Một ngôi sao nằm trong một thiên hà ở xa dải Ngân Hà, bức xạ năng lượng của nó đến Trái Đất

A. có cường độ không đổi theo thời gian.

B. có cường độ giảm dần theo thời gian.

C. có cường độ tăng dần theo thời gian.

D. có cường độ giảm dần đều theo thời gian.

ĐÁP ÁN

1B	2D	3C	4A	5B	6C
7B	8A	9A	10B	11C	12D

HƯỚNG DẪN CHỌN ĐÁP ÁN

2. Chọn D. Chu kì quay của Mặt Trăng là 27,3 ngày

3. Chọn C. Theo công thức Hớp-bơn : v = Hd.
Vì các thiên hà chạy ra xa nhau nên d tăng, nghĩa là vận tốc v tăng dần

4. Chọn A. Các hành tinh quay quanh Mặt Trời cùng một chiều.

5. Chọn B. Sao chổi cũng là một thiên thể quay quanh Mặt Trời như các hành tinh khác của hệ Mặt Trời.

6. Chọn C. Khí quyển Mặt Trời gồm nhật hoa và sắc cầu

7. Chọn B. Chỉ một nửa bề mặt Trái Đất được chiếu sáng trong 24h hay tương đương, toàn bộ bề mặt Trái Đất được chiếu sáng trong 12h trong mỗi ngày. Năng lượng nhận được tính theo công thức :

$E = S.H.t = 4\pi R^2.H.t = 4\pi(6,4.10^6)^2.1360.7.12.3600 = 2,117.10^{23}$ (J).

Gần bằng 7.10^{17} lần công suất nhà máy thủy điện Hòa Bình, lớn nhất Đông Nam Á.

8. Chọn A. Nhiệt độ : Sắc cầu 4 500 K, bề mặt quang cầu 6 000 K, nhật hoa 1 000 000 K.

9. Chọn A. Theo định luật Hớp-bơn : $v = Hd = 1,7.10^{-2}.1000 = 170$ (km/s).

10. Chọn B. Theo định luật Hớp-bơn : v = Hd, suy ra :

$$d = \frac{v}{H} = \frac{340}{1,7.10^{-2}} = 2.10^4 \text{ (năm ánh sáng)}$$

$$= 2.10^4.9,46.10^{12} = 18,92.10^{16} \text{(km)}.$$

11. Chọn C. Công suất bức xạ thực tế của nó bằng công suất bức xạ trên một mặt cầu có bán kính bằng khoảng cách từ ngôi sao đến chúng ta :

$$\mathcal{P} = S.H = 4\pi.d^2.H = 4\pi(100.9,46.10^{15})^2.0,001 = 1,125.10^{34} \text{ (J)}.$$

12. Chọn D. Theo định luật Hớp-bơn : v = H.d. Thiên hà và cả ngôi sao đó sẽ chạy ra xa chúng ta với tốc độ ngày càng tăng (nhưng khong tăng dần), do đó công suất (cường độ) bức xạ năng lượng đến chúng ta sẽ giảm theo thời gian.

MỤC LỤC

Lời nói đầu 3

Chương I. ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN 5

A. Trọng tâm kiến thức 5
B. Bài tập 7
I. Bài tập tự luận 7
  Dạng 1. Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định. Xác định tính chất của vật chuyển động quay 7
  Dạng 2. Bài toán phương trình động lực học vật rắn 9
  Dạng 3. Momen động lượng. Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng để tìm tốc độ góc 12
  Dạng 4. Năng lượng của vật rắn chuyển động quay quanh một trục cố định 15
  Bài tập ôn luyện 16
II. Bài tập trắc nghiệm 24

Chương II. DAO ĐỘNG CƠ 41

Chủ đề 1. Đại cương về dao động điều hoà 41

A. Trọng tâm kiến thức 41
B. Bài tập 43
I. Bài tập tự luận 43
  Dạng 1. Xác định các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà 43
  Dạng 2. Viết phương trình dao động điều hoà 44
  Dạng 3. Xác định quãng đường đi được trong thời gian t 47
  Dạng 4. Xác định khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí này đến vị trí khác 48
  Dạng 5. Sử dụng định luật bảo toàn cơ năng để tìm vận tốc của vật dao động 50
  Bài tập ôn luyện 51
II. Bài tập trắc nghiệm 56

Chủ đề 2. Con lắc lò xo 64

A. Trọng tâm kiến thức 64
B. Bài tập 64
I. Bài tập tự luận 65
  Dạng 1. Tìm lực hồi phục, lực đàn hồi của lò xo 65
  Dạng 2. Bài toán lò xo ghép 67
  Dạng 3. Năng lượng dao động. Tìm chu kì của động năng và thế năng 67
  Bài tập ôn luyện 70
II. Bài tập trắc nghiệm 75

Chủ đề 3. Con lắc đơn. Con lắc vật lí 80

A. Trọng tâm kiến thức 80
B. Bài tập 81
I. Bài tập tự luận 81
  Dạng 1. Khảo sát dao động của con lắc đơn, con lắc vật lí 81
  Dạng 2. Xác định vận tốc vật nặng và lực căng dây 83
  Dạng 3. Sự phụ thuộc của chu kì vào độ cao, độ sâu và nhiệt độ 84
  Dạng 4. Con lắc đơn chịu tác dụng của ngoại lực 86
  Bài tập ôn luyện 88
II. Bài tập trắc nghiệm 93

Chủ đề 4. Dao động tắt dần và dao động duy trì. Dao động cưỡng bức - Cộng hưởng 97

A. Trọng tâm kiến thức 97
B. Bài tập 98
I. Bài tập tự luận 98
  Dạng 1. Tìm các đại lượng đặc trưng của dao động duy trì và dao động tắt dần 98
  Dạng 2. Tìm vận tốc của vật khi xảy ra cộng hưởng 99
  Bài tập ôn luyện 100
II. Bài tập trắc nghiệm 102

Chủ đề 5. Tổng hợp dao động 104

A. Trọng tâm kiến thức 104
B. Bài tập 104
I. Bài tập tự luận 104
  Dạng 1. Tìm phương trình dao động tổng hợp 104
  Dạng 2. Tìm vận tốc, gia tốc của dao động tổng hợp 106
  Bài tập ôn luyện 107
II. Bài tập trắc nghiệm 110

Chương III. SÓNG CƠ **115**

Chủ đề 1. Sóng cơ 115

A. Trọng tâm kiến thức 115
B. Bài tập 117
I. Bài tập tự luận 117
  Dạng 1. Tìm các đại lượng đặc trưng cho sóng : chu kì, tần số, bước sóng, tốc độ truyền sóng 117
  Dạng 2. Bài toán phương trình sóng 119
  Dạng 3. Giao thoa són trên mặt chất lỏng 122
  Dạng 4. Xác định vị trí bụng sóng và nút sóng 126
  Dạng 5. Phản xạ sóng – Sóng dừng 128
  Bài tập ôn luyện 130
II. Bài tập trắc nghiệm 135

Chủ đề 2. Sóng âm 144

A. Trọng tâm kiến thức 144
B. Bài tập 145
I. Bài tập tự luận 145
  Dạng 1. Tìm các đại lượng đặc trưng cho sóng sóng âm 145
  Dạng 2. Giao thoa sóng -- Sóng dừng cho sóng âm 147
  Dạng 3. Hiệu ứng Đốp-ple 149
  Bài tập ôn luyện 150
II. Bài tập trắc nghiệm 153

Chương IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ **157**

Chủ đề 1. Dao động điện từ 157

A. Trọng tâm kiến thức 157
B. Bài tập 158
I. Bài tập tự luận 158
  Dạng 1. Viết biểu thức điện tích, dòng điện và hiệu điện thế 158
  Dạng 2. Bài toán về năng lượng của mạch dao động 160
  Bài tập ôn luyện 163
II. Bài tập trắc nghiệm 165

Chủ đề 2. Sóng điện từ 169

A. Trọng tâm kiến thức 169
B. Bài tập 170
I. Bài tập tự luận 170
  Bài tập ôn luyện 172
II. Bài tập trắc nghiệm 174

Chương V. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU **178**

Chủ đề 1. Dòng điện xoay chiều. Mạch điện xoay chiều không phân nhánh 178

A. Trọng tâm kiến thức 178
B. Bài tập 180
I. Bài tập tự luận 180
  Dạng 1. Viết biểu thức cường độ dòng điện và biểu thức điện áp 180
  Dạng 2. Sử dụng định luật Ôm cho các loại đoạn mạch không phân nhánh 183
  Dạng 3. Các bài toán biện luận 185
    Loại 1. Biện luận theo R 185
    Loại 2. Biện luận theo L 187
    Loại 3. Biện luận theo C 190
    Loại 4. Biện luận theo ω 192
  Dạng 4. Phương pháp giản đồ vectơ (giản đồ Fre-nen) 195
  Bài tập ôn luyện 198
II. Bài tập trắc nghiệm 204

Chủ đề 2. Máy phát điện xoay chiều 218
A. Trọng tâm kiến thức 218
B. Bài tập 219
I. Bài tập tự luận 219
  Bài tập ôn luyện 221
II. Bài tập trắc nghiệm 222
Chủ đề 2. Động cơ không đồng bộ ba pha. Máy biến áp - truyền tải điện năng 225
A. Trọng tâm kiến thức 225
B. Bài tập 226
I. Bài tập tự luận 226
  Dạng 1. Bài tập về động cơ điện 226
  Dạng 2. Bài tập về máy biến áp và truyền tải điện năng 227
  Bài tập ôn luyện 229
II. Bài tập trắc nghiệm 231
Chương VI. SÓNG ÁNH SÁNG 234
A. Trọng tâm kiến thức 234
B. Bài tập 237
I. Bài tập tự luận 237
  Dạng 1. Độ lệch của tia sáng qua lăng kính, độ rộng vùng quang phổ 237
  Dạng 2. Giao thoa với ánh sáng đơn sắc ; tìm số vân sáng, vân tối 238
  Dạng 3. Giao thoa với ánh sáng hỗn hợp 239
  Dạng 4. Sự dịch chuyển của hệ vân giao thoa 240
  Bài tập ôn luyện 241
II. Bài tập trắc nghiệm 245
Chương VII. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG 261
A. Trọng tâm kiến thức 261
B. Bài tập 264
I. Bài tập tự luận 264
  Dạng 1. Tìm các đại lượng cơ bản của hiệu ứng quang điện 264
  Dạng 2. Công suất bức xạ. Hiệu suất lượng tử 266
  Dạng 3. Bài toán về tia Rơn-ghen 268
  Dạng 4. Sự dịch chuyển của quỹ đạo êlectron và quang phổ hiđrô. Năng lượng ion hoá 269
  Bài tập ôn luyện 271
II. Bài tập trắc nghiệm 273
Chương VIII. SƠ LƯỢC VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP 293
A. Trọng tâm kiến thức 293
B. Bài tập 294
I. Bài tập tự luận 294

Dạng 1. Sự co chiều dài đối với vật chuyển động 294
Dạng 2. Sự chậm lại của đồng hồ chuyển động và sự gia tăng khối lượng của vật chuyển động 295
Bài tập ôn luyện 296
II. Bài tập trắc nghiệm 297

Chương IX. HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ 301

A. Trọng tâm kiến thức 301
B. Bài tập 304
I. Bài tập tự luận 304
Dạng 1. Xác định các đặc trưng của hạt nhân. Tính năng lượng liên kết, năng lượng liên kết riêng 304
Dạng 2. Tìm số nguyên tử có trong m (g) một chất và số nguyên tử còn lại hay bị phân rã sau thời gian t 305
Dạng 3. Xác định tuổi của mẫu vật, tìm chu kì phân rã, độ phóng xạ 306
Dạng 4. Năng lượng toả ra hoặc thu vào của phản ứng 307
Dạng 5. Bài toán về các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân 308
Bài tập ôn luyện 310
II. Bài tập trắc nghiệm 313

Chương X. TỪ VI MÔ ĐẾN VĨ MÔ 327

Chủ đề 1. Các đặc trưng của hạt cơ bản 327

A. Trọng tâm kiến thức 327
B. Bài tập trắc nghiệm 328

Chủ đề 2. Tính chất của các thiên thể vũ trụ 330

A. Trọng tâm kiến thức 330
I. Bài tập tự luận 331
II. Bài tập trắc nghiệm 332

Mục lục 335